



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de Ingeniería de Métodos para mejorar la productividad en el
área de producción de una empresa de fabricación de resistencias
eléctricas industriales, Lima 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

AUTOR

Rosasco Cuadros, Vanessa Jazmine (ORCID: 0000-0002-7481-7289)

ASESOR

MSc. Sunohara Ramírez, Percy Sixto (ORCID: 0000-0003-0700-8462)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mi familia, por su apoyo incondicional, que me ha impulsado con palabras de aliento para seguir adelante y no perder de vista mis objetivos, pues de alguna manera han contribuido en mi formación profesional.

Agradecimiento

A Dios por su bendición, por iluminar el camino que me he propuesto seguir, y a la vez por fortalecer mi fe ante adversidades.

Índice de Contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenido	iv
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras	vi
Índice de Anexos	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	14
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1. Tipo y diseño de investigación	25
3.2. Variables y operacionalización	26
3.3. Población, muestra y muestreo	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.5. Procedimientos	31
3.6. Métodos de análisis de datos.....	68
3.7. Aspectos éticos.....	68
IV. RESULTADOS	69
V. DISCUSIÓN.....	75
VI. CONCLUSIONES	78
VII. RECOMENDACIONES	81
VIII. PROPUESTAS	83
REFERENCIAS.....	85
ANEXOS	94

Índice de Tablas

Tabla 1: Producto Bruto Interno por Actividades Económicas 2013 - 2018	4
Tabla 2: Matriz de resultados - Pareto	6
Tabla 3: Estratificación de la variable.....	7
Tabla 4: Validación de Expertos	30
Tabla 5: Registro de cálculo de productividad de resistencia tipo tubular (pre test)	40
Tabla 6: Resumen de registro de productividad de resistencias por conducción	42
Tabla 7: Ficha de registro de tiempos en la producción de tubulares (pre test)	44
Tabla 8: Formato de cálculo para el número de observaciones (pre test)	45
Tabla 9: Formato de cálculo del tiempo estándar (pre test)	46
Tabla 10: Registro de cálculo de productividad de resistencia tipo tubular (pre test)	48
Tabla 11: Ficha de registro de tiempos en la producción de tubulares (post test)	57
Tabla 12: Formato de cálculo para el número de observaciones (post test).....	58
Tabla 13: Formato de cálculo del tiempo estándar (post test).....	59
Tabla 14: Registro de cálculo de productividad de resistencia tipo tubular (post test)	60
Tabla 15: Comparación antes y después – Tiempo Estándar.....	61
Tabla 17: Lista de recurso material	66
Tabla 18: Costo de horas extras al mes.....	66
Tabla 16: Flujo de caja proyectado	67
Tabla 20: Prueba de normalidad de la productividad	70
Tabla 21: Estadísticos descriptivos, hipótesis general	71
Tabla 22: Prueba de Wilcoxon de la hipótesis general	71
Tabla 23: Prueba de normalidad de la eficiencia	72
Tabla 24: Estadísticos descriptivos, hipótesis específica 1.....	72
Tabla 25: Prueba de Wilcoxon de la hipótesis específica 1.....	73
Tabla 26: Prueba de normalidad de la eficacia	73
Tabla 27: Estadísticos descriptivos, hipótesis específica 2.....	74
Tabla 28: Prueba de Wilcoxon de la hipótesis específica 2.....	74

Índice de Figuras

Figura 1: Número de certificaciones ISO 9001	2
Figura 2: Evolución de la economía mundial	3
Figura 3: Diagrama de Ishikawa de la empresa Euroheaters Perú S.R.L.	5
Figura 4: Diagrama de Pareto.....	7
Figura 5: Gráfico de estratificación	8
Figura 6: Técnicas de la Ingeniería de Métodos.....	16
Figura 7: Etapas del estudio de métodos	17
Figura 8: Técnicas de la Medición del Trabajo	20
Figura 9: Ubicación de la empresa	31
Figura 10: Logo de la empresa	32
Figura 11: Organigrama de la empresa.....	34
Figura 12: Flujograma de producción de resistencia tipo tubular	36
Figura 13: DOP Resistencia tipo tubular (1)	37
Figura 14: DOP Resistencia tipo tubular (2)	38
Figura 15: DAP Resistencia eléctrica tipo tubular	39
Figura 16: Cronograma de actividades de la investigación.....	41
Figura 17: DAP Resistencia eléctrica tipo tubular (post test).....	56
Figura 18: Comparación del antes y después de la ejecución de propuesta	61
Figura 19: Hoja de coordinación N°25-2021	62
Figura 20: Cronograma de capacitación al personal de producción de resistencias tubulares.....	63
Figura 21: Comparación de número de actividades pre test & post test	64
Figura 22: Comparación de tiempos observados (pre test & post test)	64
Figura 23: Tiempo estándar (pre test vs post test)	65
Figura 24: Productividad (pre test vs post test).....	65

Índice de Anexos

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables de Investigación	95
Anexo 2: Matriz de Consistencia	96
Anexo 3: Matriz de Correlación.....	97
Anexo 4: Parámetros para el cálculo de potencia.....	98
Anexo 5: Nuevo procedimiento de fabricación – Resistencia tipo Tubular	99
Anexo 6: Indicador de puntualidad de la empresa – Top Clientes	100
Anexo 7: Carta de presentación N°1	101
Anexo 8: Carta de presentación N°2	102
Anexo 9: Carta de presentación N°3	103
Anexo 10: Certificado de validez de contenido del instrumento – Variable Independiente N°1	104
Anexo 11: Certificado de validez de contenido del instrumento – Variable Dependiente N°1	105
Anexo 12: Certificado de validez de contenido del instrumento – Variable Independiente N°2	106
Anexo 13: Certificado de validez de contenido del instrumento – Variable Dependiente N°2	107
Anexo 14: Certificado de validez de contenido del instrumento – Variable Independiente N°3	108
Anexo 15: Certificado de validez de contenido del instrumento – Variable Dependiente N°3	109
Anexo 16: Formato de cursograma analítico	110
Anexo 17: Formato de toma de tiempos del proceso de resistencias tubulares.....	111
Anexo 18: Formato para calcular la productividad	112
Anexo 19: Instrucciones cronómetro Casio HS – 80TW-1DF	113
Anexo 20: Tabla de Valoración.....	114
Anexo 21: Tabla de Suplementos.....	115

Resumen

El presente trabajo de investigación expone la aplicación de Ingeniería de Métodos para mejorar la productividad en una empresa de fabricación eléctrica industrial. Asimismo, a través de las técnicas y procedimientos del estudio del trabajo, se logra determinar el método y el tiempo tipo pre y post tratamiento, pasando así de una situación sin control a una donde se definen los tiempos requeridos para que el trabajador calificado lleve a cabo sus funciones. Es así que, la fabricación de resistencias industriales tipo tubular se adaptan al método estandarizado.

A partir del estudio de métodos, se identifica las actividades que conforman el proceso, obteniendo un total de 26, seguidamente, según con la teoría se descompone dichas actividades en elementos y se inicia con la ejecución del estudio de tiempos. En primera instancia, se cronometra los elementos, y luego de una serie de cálculos donde se determina la valoración del ritmo y se añade los suplementos, se halla un tiempo estándar de 256.4 min/seg.

Mediante el tiempo estándar es posible identificar que la capacidad de producción de resistencias tipo tubular diarias es de 12, de acuerdo con los resultados obtenidos en el post test, la eficiencia del proceso es de 89%, la eficacia es de 88%, por lo tanto, se concluye que la productividad en la empresa de fabricación eléctrica industrial de la investigación, mejora hasta un 78%, y con ello la producción en un 51% con respecto al pre tratamiento.

Abstract

This research work exposes the application of Methods Engineering to improve productivity in an industrial electrical manufacturing company. Furthermore, through the techniques and procedures of the work study, it is possible to determine the method and the pre- and post-treatment time, thus moving from an uncontrolled situation to one where the times required for the qualified worker to carry out perform their duties. Thus, the manufacture of tubular-type industrial heating elements is adapted to the standardized method.

From the study of methods, the activities that make up the process are identified, obtaining a total of 26, after it, according to the theory, these activities are decomposed into elements and the execution of the time study begins. In the first instance, the elements are timed, and after a series of calculations where the evaluation of the rhythm is determined and the supplements are added, a standard time of 256.4 min/sec is found.

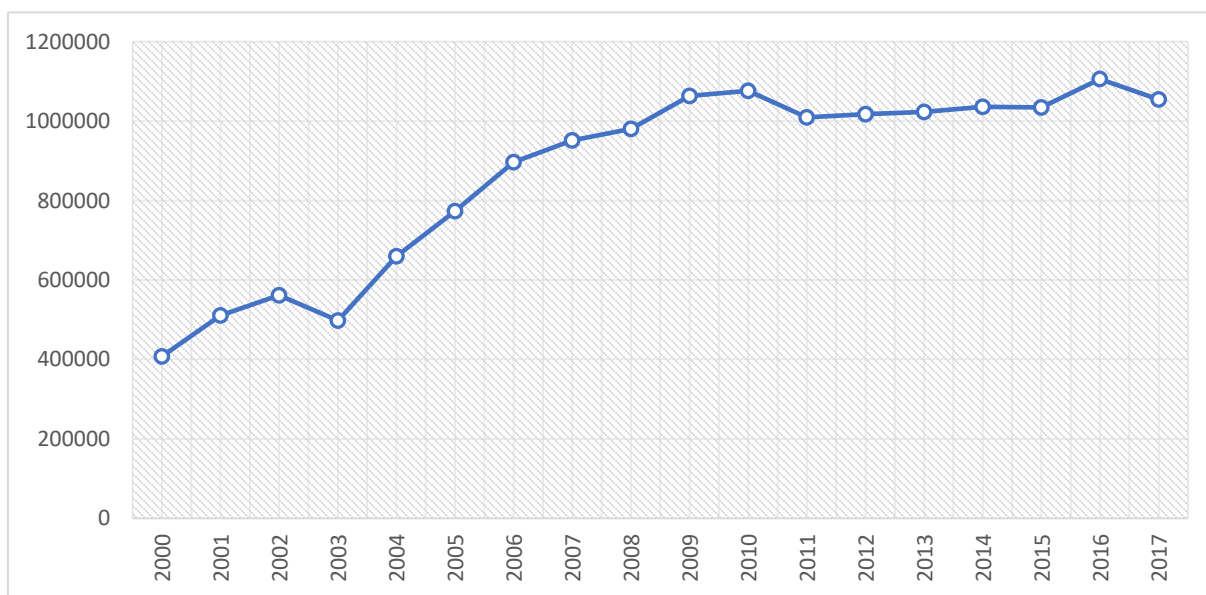
By the standard time it is possible to identify that the production capacity of daily tubular type heating elements is 12, according to the results obtained in the post test, the process efficiency is 89%, the efficiency is 88%, therefore Therefore, it is concluded that the productivity in the research industrial electrical manufacturing company improves up to 78%, and with it the production by 51% with respect to the pre-treatment.

I. INTRODUCCIÓN

En todo proceso industrial se aplica energía calorífica, y una de las formas de generar calor es a través del efecto Joule que convierte la energía eléctrica en calor, es, por tanto, la propiedad que permite el funcionamiento de máquinas y equipos industriales. A nivel global, los sistemas térmicos industriales están conformados por artefactos encargados de proveer calor, a estos se les conoce comúnmente como resistencias eléctricas calefactoras industriales.

En la actualidad, bajo el factor social, la optimización y mejora de los procesos es necesaria para que las empresas logren expandir su mercado, por ello, estas implementan sistemas de gestión de calidad (ISO) y de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) con el fin de llevar un control y registro de sus procesos, lo que implica un aumento de la demanda de equipos e instrumentos de control, como sensores de temperatura. En relación con el factor tecnológico, la industria continúa con la automatización de sus procesos de producción en busca de una mejor calidad, productividad y flexibilidad. Y al igual que lo anterior, aquello tiene un efecto en la demanda de resistencias eléctricas y controladores.

Figura 1: Número de certificaciones ISO 9001

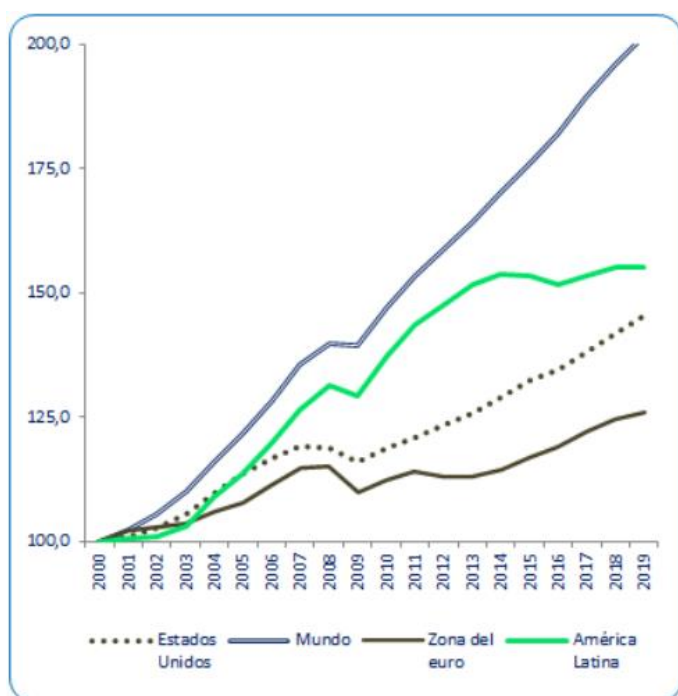


Fuente: Encuesta ISO

Cabe acotar que las empresas de calefacción eléctrica industrial brindan soluciones a diversos sectores, como la industria de alimentos, minera, textil, farmacéutica, entre otros. De tal manera, que es importante el desarrollo y crecimiento de los mismos, dado que de alguna manera aquello se manifestará en un incremento de la demanda de estos componentes. En ese sentido, la economía mundial en el año 2018 desaceleró su crecimiento (3.6%) en relación al año anterior (3.9%), este cambio de ritmo reflejó un menor dinamismo en el comercio internacional, lo que repercutió en el aumento de precios de las materias primas. En ese contexto, la economía de América Latina logró un crecimiento de 1.0% en el 2018, gracias a las recuperaciones de la economía de Perú, Chile y Colombia.

Figura 2: Evolución de la economía mundial

(Índice del volumen físico del Producto Bruto Interno, 2000 – 2019)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

En el año 2018, la economía peruana registró un crecimiento de 4.0%, esto fue gracias a la evolución favorable de las actividades de manufactura (6.2%), construcción (5.4%), pesca y acuicultura (39.9%), así como la actividad agrícola (7.6%).

Tabla 1: Producto Bruto Interno por Actividades Económicas 2013 - 2018
(Variaciones porcentuales)

	2013	2014	2015	2016P/	2017P/	2018E/
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	1.1	1.3	3.1	2.6	2.5	7.6
Pesca y Acuicultura	23.0	-28.7	18.2	-11.1	9.9	39.9
Extracción de Petróleo, Gas y Minerales	5.1	-1.6	8.4	12.3	3.6	-1.3
Manufactura	5.2	-1.1	-0.9	-0.1	0.6	5.7
Electricidad, Gas y Agua	3.4	5.2	6.6	7.8	0.9	4.5
Construcción	9.4	1.8	-5.4	-2.6	2.4	5.4
Comercio	4.9	1.9	3.1	2.8	1.3	2.5
Transporte, Almacén., Correo y Mensajería	6.6	2.5	4.3	4.1	4.0	5.0
Alojamiento y Restaurantes	6.8	5.2	3.3	2.7	1.3	3.8
Telecom. y Otros Serv. de Información	8.7	8.6	9.1	8.8	8.2	6.0
Administración Pública y Defensa	3.9	5.4	3.7	4.3	3.3	4.5
Otros Servicios	6.0	5.8	5.4	4.0	2.7	4.2
Valor Agregado Bruto	5.6	2.3	3.5	4.0	2.6	4.0
Impuestos a la Producción	8.6	4.0	1.9	4.4	1.0	4.1
Derechos de Importación	2.2	-6.6	-12.2	-6.4	4.9	1.3
Producto Bruto Interno	5.9	2.4	3.3	4.0	2.5	4.0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Euroheaters Perú S.R.L. pertenece al grupo de empresas proveedoras de piezas de calefacción y control desde hace 25 años. La sede nacional se dedica a la fabricación de resistencias eléctricas y de sensores de temperatura de todo tipo y a pedido, lo que significa que las piezas se fabrican para un uso en específico, por lo que es importante los detalles de cada diseño desarrollado. Sin embargo, en los últimos meses la empresa ha registrado un 18% de reclamos en cuanto a especificaciones de la pieza industrial, y un 63% por impuntualidad en la entrega del producto final. Ante ello, se aplicará la herramienta Ishikawa, para identificar las causas que originan el problema de la empresa.



Figura 3: Diagrama de Ishikawa de la empresa Euroheaters Perú S.R.L.

Fuente: Elaboración Propia

En resultado de la aplicación del diagrama causa – efecto, se conoce el origen que afecta la productividad del área de producción de la empresa. Seguidamente, se desarrolló la matriz de correlación (Anexo 3) de este modo, se determinó que la variable 5 mantiene una fuerte relación con la mayoría de los elementos, es así que se sitúa como la principal causante de la baja productividad con 24% de responsabilidad. Sin embargo, no garantiza que sea la única variable a considerar, por esta razón a través de la elaboración de la matriz de resultados de Pareto y posterior aplicación del diagrama (80 - 20) se espera identificar las causas con mayor vínculo al bajo rendimiento.

Tabla 2: Matriz de resultados - Pareto

CAUSAS	CÓDIGO	PUNTAJE	%	%ACUM.
Subprocesos y responsabilidades mal definidos	C5	10	24%	24%
Movimiento & Transporte innecesarios	C4	7	17%	40%
No se ha establecido un tiempo estándar	C10	5	12%	52%
Estaciones de trabajo mal organizadas	C6	4	10%	62%
Distribución inadecuada	C7	4	10%	71%
Desorden	C2	2	5%	76%
Ausencia de capacitación técnica	C3	2	5%	81%
Índice considerable de mantenimiento correctivo	C8	2	5%	86%
Carencia de equipos de medición	C9	2	5%	90%
Inadecuada gestión de insumos	C12	2	5%	95%
Sobrecarga de funciones	C1	1	2%	98%
Deficiente gestión de proveedores	C11	1	2%	100%
		42	100%	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla N°2, se precisan las cantidades y porcentajes de cada una de las causas, y son estos cálculos los que se analizarán a continuación en el diagrama de Pareto.

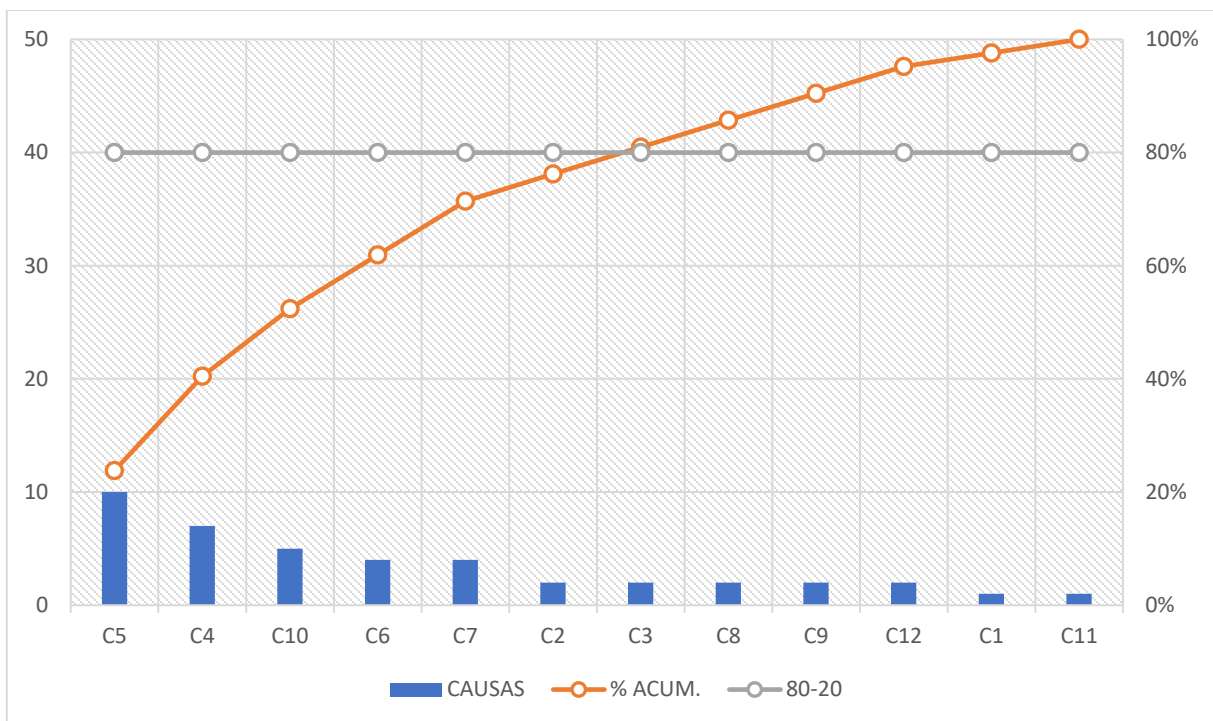


Figura 4: Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración Propia

En siguiente paso es proponer la mejor herramienta que dé solución a las causas halladas, para ello se desarrolla la estratificación de la variable.

Tabla 3: Estratificación de la variable

N°	CAUSAS	Lean Manufacturing	Estudio del Trabajo	Kaizen
C1	Sobrecarga de funciones	0	0	0
C2	Desorden	1	1	1
C3	Ausencia de capacitación técnica	0	1	0
C4	Movimiento & Transporte innecesarios	1	1	1
C5	Subprocesos y responsabilidades no definidos	0	1	0
C6	Estaciones de trabajo mal organizadas	0	1	0
C7	Distribución inadecuada	0	1	0
C8	Índice considerable de mantenimiento correctivo	0	0	0
C9	Carencia de equipos de medición	0	0	0
C10	Estimación inapropiada del tiempo de producción	0	1	0
C11	Deficiente gestión de proveedores	0	0	0
C12	Inadecuada gestión de insumos	0	0	0
TOTAL		2	7	2

Fuente: Elaboración Propia

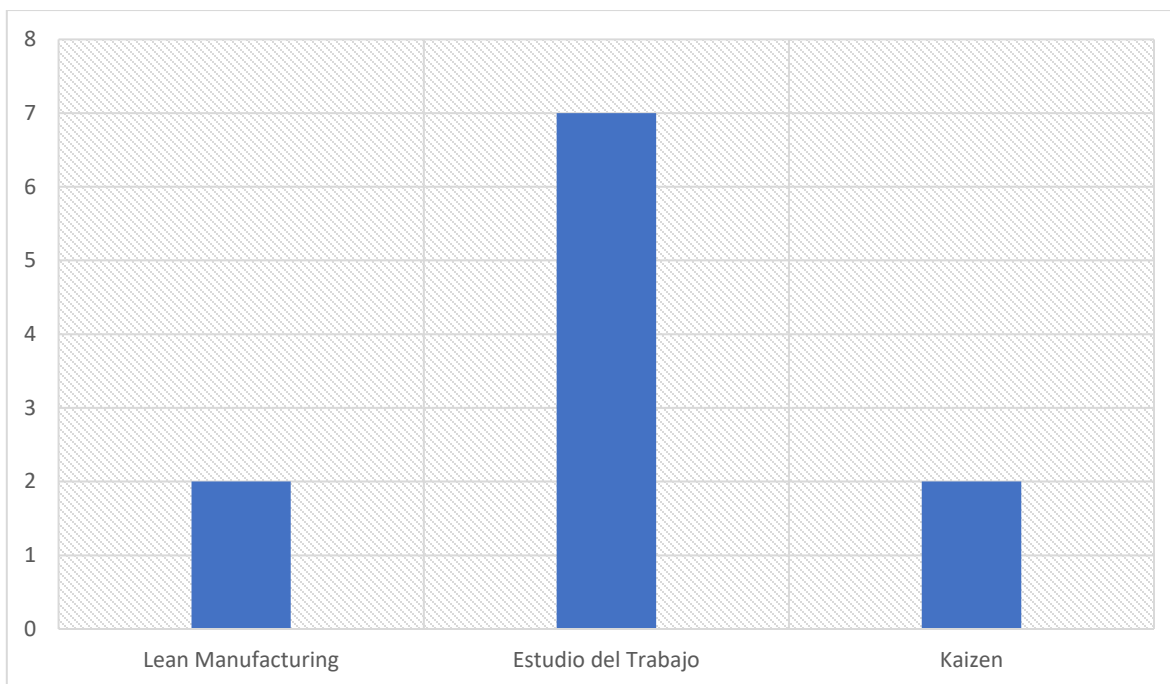


Figura 5: Gráfico de estratificación

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo conocimiento de la problemática de la empresa en estudio, se propone como objetivo general, determinar como la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020. Con respecto a los objetivos específicos se sugiere:

- Definir como la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020
- Determinar como la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020

La justificación de la investigación pretende exponer la conveniencia de realizar el proyecto, en ese sentido, para Bernal (2010) “la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable” (p.107). De tal manera, que el presente estudio pretende comprobar la autenticidad de las herramientas aplicadas

en ingeniería de métodos dentro de la realidad problemática de Euroheaters Perú S.R.L. para dar solución a los problemas detectados.

“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo” (Bernal, 2010, p.106). Asimismo, durante la investigación se aplicarán técnicas de ingeniería de métodos que ayudaran al diagnóstico del estado actual de la empresa en estudio y con ello, plantear mejoras a través del análisis y desarrollo de los resultados obtenidos, logrando una mejora en la productividad en un corto plazo. Por último, la investigación tiene una justificación económica dado que permitirá incrementar las unidades producidas en un menor tiempo con el empleo de las mismas horas hombre, reduciendo así el impacto de los costos en el área y en efecto, aumentará la rentabilidad de la empresa Euroheaters Perú S.R.L.

El planteamiento del problema es la base del estudio de toda investigación, en ese sentido el problema general de la presente tesis es: ¿Cómo la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020? De igual forma se detallarán los problemas específicos:

- ¿En qué medida la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020?
- ¿De qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020?

A través de la definición de la hipótesis se logra orientar el proceso de investigación, el cual permite llegar a conclusiones concretas, dicho esto la hipótesis general de mi tesis es: La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020. De la misma manera describo las hipótesis específicas:

- La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020

- La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020

A continuación, se detallarán investigaciones tanto nacionales como internacionales que sirvieron de referencia para el desarrollo del presente trabajo:

Ganoza Vilca Rodrigo Alonso (2018) desarrolló el proyecto de “Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de empaque de la empresa Agroindustrial Estanislao del Chimú”. El objetivo de la tesis es implementar mejoras en el proceso de empaque de la palta mediante la técnica de ingeniería de métodos, con el fin de incrementar la productividad. Para ello, se realizó un diagnóstico inicial del sistema de producción con el propósito de obtener indicadores actuales. Posteriormente, se analizó el área de empaque para determinar las causas de la baja productividad, con apoyo del diagrama de Ishikawa se identificaron las siguientes causas: Falta de estandarización de los métodos de trabajo, alto índice de rotura de stock, deficiente actualización de procedimientos, ausencia de incentivos, entre otros. Finalmente, tras la evaluación se implementaron guías de procedimiento, un sistema de control de stock e inventarios, además de un sistema de incentivos por productividad, logrando un incremento de la productividad de 89.5 a 123kg/H-Op sobrepasando la meta propuesta.

Se presentó en el año 2017, la investigación “Mejoramiento de la productividad en una empresa de confección a través de la aplicación de ingeniería de métodos” en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por Vásquez Gálvez Edwin Jhoán. La finalidad del trabajo de investigación es mejorar la productividad por medio de la utilización de los procedimientos de ingeniería de métodos, puesto que, este permitirá cambiar la posición de la empresa de confección de una situación sin seguimiento a otra con control al adaptar el método de estandarización. A través del diseño de método se identifican el número de actividades (137), posteriormente se ejecuta el estudio de tiempos con apoyo del cronómetro al concluir con el procesamiento de los datos se tiene como resultado el tiempo estándar de 306.86 minutos. A partir de ello, se calcula la capacidad disponible de producción (122 sacos/mes), los registros de

producción real muestran una eficiencia del proceso de 80% y una eficacia de 88% durante el primer cuatrimestre del año 2017. Se concluye que la productividad de la empresa mejora en un 27% y la producción en un 21% con respecto al año anterior.

En el año 2018, se presentó la investigación “Mejora de la productividad mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos en un taller mecánico automotriz” (Collado Carbajal María Alejandra, Rivera Raffo Juan Miguel). El propósito de la investigación es reducir los tiempos improductivos empleando conceptos de ingeniería de métodos. En el desarrollo de la tesis se aplicaron las herramientas de diagrama de causa-efecto, diagrama de actividades, de operaciones, diagrama de recorrido y de Pareto, a través de los cuales se obtuvo una base de datos para detectar los puntos críticos, esto permitió la implementación de mejoras en los puestos de trabajo de técnico mecánico y de asistente de almacén. Además, se aplicó la técnica 5S en el área de almacén con el objetivo de generar un cambio organizacional. Finalmente, mediante la agilización, rapidez y orden del trabajo se logró reducir el tiempo de producción del taller mecánico, mejorando la productividad y el servicio al cliente.

Otra investigación de mi interés fue la “Aplicación de mejora de métodos de trabajo en la eficiencia de las operaciones en el área de recepción de una empresa esparraguera”, en el año 2016 por Garcia Juarez Hugo Daniel. El objetivo de la tesis es detectar la causa asignable que genera el defecto en las operaciones del área de recepción. Se emplea en primera instancia la técnica de muestreo de trabajo para determinar las actividades del área en estudio, constituida inicialmente por 20 observaciones que ayudaron a comprender las actividades de los operarios y de cada máquina, luego se calculó el tamaño de muestra obteniendo el resultado de 196, con un error del 5%. Por último, se obtuvieron los tiempos estándar de las operaciones y transporte existentes en el área de recepción. Así mismo, se logró un VAF de 29,764.61 y un TIRF de 47%, por lo que, el proyecto se acepta.

En el año 2018, se presentó la “Optimización de los procesos productivos en la sección de asientos mediante ingeniería de métodos y simulación de procesos en la compañía Corpmegabuss Cia. Ltda.” en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Guilcapi

Yantalema Luis Javier). El desarrollo de la tesis pretende diseñar un sistema de producción estándar, para lograrlo, se empleó herramientas de ingeniería de métodos como es la simulación de procesos. A través de los diagramas de procesos, diagramas de Gantt, diagrama de recorrido y planos de distribución de planta se elaboraron formularios para obtener el tiempo estándar. En un estudio previo de campo se registraron datos estadísticos que permitieron la realización del modelo de simulación. Consecutivamente se analizaron los datos reales procedentes del área de producción, teniendo como resultados el tiempo total de fabricación, las distancias que los materiales recorren entre puestos de trabajo, y los procesos críticos en el método actual de trabajo. Al término del análisis se diseñó una nueva distribución de procesos que permitió la disminución del tiempo total de fabricación, obteniendo así una línea de producción más eficiente y eficaz.

Se presentó la investigación “Organización del trabajo a través de ingeniería de métodos y estudio de tiempos para incrementar la productividad en el área de post-cosecha, empresa florícola Lottus Flowers” en el año 2017, en la Universidad Técnica del Norte (Machado Orges Carlos Alberto). El presente estudio tiene por finalidad incrementar la productividad mediante la optimización de tiempos y reducción de distancias de recorrido por el trabajador. En primera instancia se determinó la situación inicial de la empresa con los diagramas de procesos y recorrido que permitieron visualizar las actividades en cada una de las estaciones de trabajo del área post-cosecha. Además, se tomó tiempos en cada etapa del proceso anterior. Con todo ello, se logró mejoras en la distribución física del área, se estandarizó tiempos y se implementó nuevos métodos de trabajo, logrando de esta manera una disminución de tiempo de ciclo 2.01 minutos/unidad a 1.79 minutos/unidad y aumentando la productividad en un 12.67%.

Por último, en la Escuela Politécnica Nacional en el año 2016, se presentó la investigación “Diseño e implementación de un programa de ingeniería de métodos, basado en la medición del trabajo y productividad, en el área de producción de la empresa Servicios Industriales Metalmecánicos Orejuela “SEIMCO”, durante el año 2015” por Orejuela Tiaguaro Mónica Beatriz. El propósito de la investigación es

analizar y evaluar las actividades que limitan la productividad de la empresa con el objetivo de proponer mejoras al término de este. En primer lugar, se considera que la forma física del producto puede modificarse, lo que simplificaría el tiempo de operación sin afectar la calidad y funcionalidad. En segunda instancia, se estima la incorporación de tres maquinarias (cortadora automática, cizalla universal y torno revólver), con el fin de mejorar los procesos de producción y, por último, se plantea la redistribución de los centros de trabajo. Al ejecutar dichas propuestas, la productividad aumentó en 34%.

II. MARCO TEÓRICO

El estudio del trabajo tiene sus raíces en el enfoque de la administración científica. Frederick Taylor diseñó una nueva filosofía, que no solo es un sistema de supervisión de funciones o estudio de tiempos, ni un sistema para mantener los costos estables, sino una revolución mental, un cambio de actitud hacia el trabajo. Taylor consideraba que, la eficiencia y la eficacia en la producción son indicadores que pueden asegurar un elevado nivel de excelencia. Una producción eficiente quiere decir, llevar a cabo actividades con calidad, y ello implica trabajar con un desgaste y gasto mínimo de recursos materiales y humanos. Es así que, Frederick Taylor aportó en la mejora de los métodos de trabajo, a través del estudio de movimientos y la vez, contribuyó en el estándar de producción, pues este determina la cantidad de salida esperada que se emplea para planear y controlar los costos de mano de obra.

Se define la ingeniería de métodos, como una de las herramientas de la ingeniería industrial. Tiene como responsabilidad integrar al ser humano dentro del proceso de producción de artículos y/o servicios. Es decir, consiste en determinar dónde encaja el hombre en el trabajo y cómo puede desempeñar efectivamente las actividades que se le asignen.

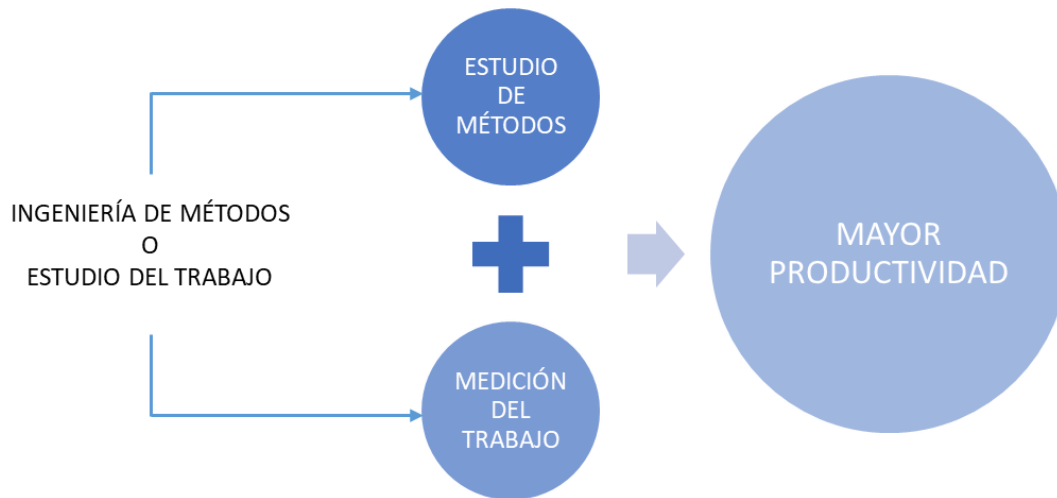
Para Vaughn (1985) la ingeniería del trabajo es “la estrategia para provocar el mejor cambio en una situación incierta o poco comprendida dentro de los recursos disponibles” (p.10). Su campo de aplicación comprende trabajos fabriles, de operaciones de almacén, servicios industriales, empleo de equipos o de instrumentos profesionales y en general, en toda actividad que intervenga el ser humano.

Durán (2007) detalla la ingeniería de métodos como la técnica encargada de aplicar a cada actividad un delicado y minucioso análisis con el fin de eliminar acciones innecesarias, y con aquellas que lo sean, hallar la mejor y más rápida manera de llevarlas a cabo, para asegurar el aprovechamiento de los recursos humanos y materiales (p.1).

Y de acuerdo con Kanawaty (1996) el estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos, por lo tanto, examina cómo se están realizando las actividades para mejorar la utilización eficaz de los recursos y así, establecer criterios de rendimiento

con respecto a las tareas que se están cumpliendo, fijando el tiempo estándar para la ejecución de esa actividad (p.9). Sin embargo, la ingeniería de métodos está constituida por dos técnicas que se complementan, el estudio de métodos y la medición del trabajo.

Figura 6: Técnicas de la Ingeniería de Métodos

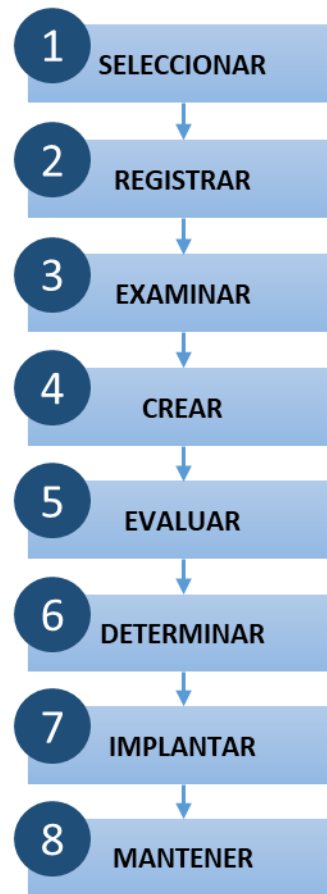


Fuente: Elaboración Propia

El estudio de métodos es el registro, análisis y examen crítico de la actual forma existente de llevar a cabo un trabajo y de las acciones propuestas. Y luego, desarrollar y aplicar maneras más eficaces y sencillas (Durán, 2007, p.2).

De esta manera, el estudio de movimientos permite la simplificación de las tareas y fijar métodos más económicos para realizarla (Kanawaty, 1996, p.20). Este consiste en el desarrollo de ocho etapas.

Figura 7: Etapas del estudio de métodos



Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se describe cada una de las fases y herramientas que las acompañan.

Selección del trabajo, cabe afirmar que toda actividad que se efectúa en un entorno laboral puede convertirse en objeto de investigación con miras a mejorar las tareas que se realizan. Por ello, en esta etapa se define el trabajo que se estudiará y su alcance. Esto permitirá concentrar la atención del investigador y conseguir resultados de gran alcance. Son tres factores que se deben considerar:

- **Económico:** Determina si conviene iniciar o continuar con la investigación, es decir, si compensa el estudio con respecto a este fin.

- Técnico: Señala que tipo de tecnología, sea en equipo o procedimiento es más racional implementar.
- Humano: Plantea lograr la satisfacción del trabajador, pues existen actividades que resultan inseguras o que pueden causar monotonía o fatiga en los trabajadores.

La selección del trabajo y de su alcance ayudan a definir que tipo de técnica se debe de aplicar en el estudio. Sin embargo, antes se tendrá que descubrir qué actividades son las esenciales, para ello durante esta primera fase se empleará el análisis de Pareto, que ayuda a identificar qué número y cuáles son las tareas que representan el mayor porcentaje de desechos o de beneficios.

La etapa siguiente es la denominada recolección de datos, esta consiste en registrar todos los hechos relevantes relacionados con el método existente. Es fundamental, ya que el éxito depende del detalle con que se reúna información, puesto que, ayudará a desarrollar un mejor método, es así que las anotaciones deben ser claras y concisas. Las herramientas que ayudaran con este fin, son las siguientes.

- Cursograma sinóptico del proceso, es un diagrama que permite observar las principales operaciones, no toma en cuenta quién la lleva a cabo o en dónde, y solo emplea los símbolos de “operación” e “inspección”. Es útil para conocer el cuadro general de los hechos antes de emprender un estudio detallado.
- Cursograma analítico, es un diagrama que muestra la trayectoria de procedimientos o productos, especificando mayores detalles con el empleo de los símbolos “espera”, “transporte” y “almacenamiento”. En ese sentido, se aplicará el diagrama de flujo del proceso, este es útil para registrar las actividades no productivas como, los retrasos, las distancias recorridas innecesarias y los almacenamientos temporales. Una vez identificados estos labores, se puede tomar medidas para minimizar los costos. (Niebel & Freivalds, 2001, p.26).

Examinar, consiste en la observación de cómo se realiza el trabajo, el lugar dónde se lleva a cabo, la secuencia y los métodos utilizados. Se emplea en esta etapa el diagrama de recorrido, es un esquema de la distribución de la planta a escala, en él se muestra los símbolos de las diferentes actividades señaladas en el Diagrama de Actividades del Proceso (DAP) con su correspondiente enumeración y localización. La ruta de movimiento se indica por líneas, y cuándo se requiere mostrar otros recorridos como de algún material o de una persona, se deberá señalar por líneas de distintos colores o con trazos diferentes, de tal manera que se tiene una mejor lectura de las operaciones.

Crear, se dispone del método más económico, práctico y eficaz. Para ello, esta etapa se concluye con la creación del nuevo método, el cuál debe ser registrado en el diagrama correspondiente para que pueda compararse con el método original y verificar que no se ha omitido nada.

Evaluación de diversos métodos, como resultado de esta fase se da origen a propuestas de cambios, que en muchos casos puede indicar varias modificaciones, por lo tanto, varios nuevo métodos posibles. Para adoptar la mejor decisión, se necesita disponer de información adecuada sobre los diferentes métodos, los resultados probables de los cambios y los costos de implementación, es decir, se desarrolla un análisis de costo-beneficio sobre cada método propuesto.

Definir el método seleccionado, una vez tomada la decisión de qué cambios se realizarán, se debe consignar por escrito las instrucciones y presentar el nuevo método a quiénes corresponda (dirección, supervisores, operarios, etc.). Hoja de instrucciones

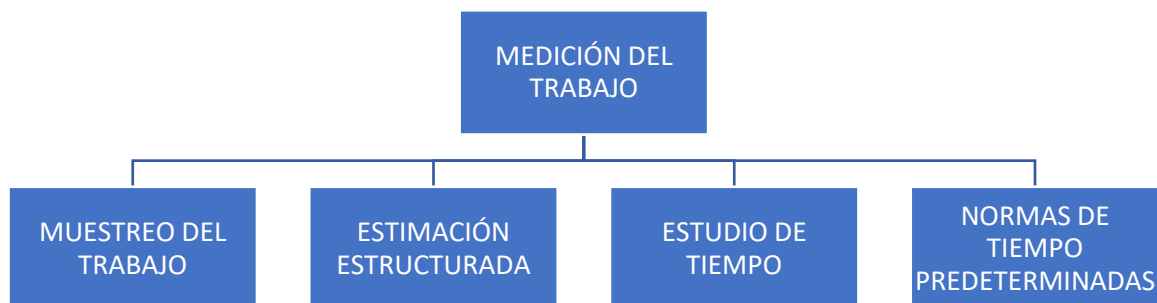
Implantar el método, durante esta etapa se debe conseguir la aprobación del nuevo método por parte de la dirección, además de la aceptación del jefe de departamento y de los operarios. Con ellos, se comenzará la capacitación, puesto que, se deberá formar a los trabajadores para que logren aplicarla. Un último paso en esta fase es el seguimiento y control de la implantación para garantizar su correcta adaptación, según lo previsto.

Controlar el cambio, después de haber planificado y programado aquellas tareas que constituyen un requisito previo para la introducción del nuevo método, se efectúa la sustitución y se dispone procedimientos que ayudarán a evitar el retorno del método anterior.

Para Durán (2007) la medición del trabajo es la técnica que ayuda a definir el contenido de trabajo de una determinada tarea, la cual dispone un tiempo fijo para que el trabajador calificado pueda ejecutar la actividad y cumplir la norma de rendimiento preestablecida (p. 128). Se entiende como trabajador calificado aquel que posee experiencia, conocimiento y cualidades necesarias para realizar el trabajo (Kanawaty, 1996, p. 20). A diferencia del estudio de métodos, esta técnica tiene el objetivo de investigar, reducir y eliminar el tiempo improductivo, y no la de sustituir los métodos malos por buenos. Cabe resaltar que la medición del trabajo permite que la dirección de la empresa conozca la naturaleza y magnitud del tiempo no productivo que suele pasar inadvertido dentro del tiempo total, y que comúnmente se acepta como un hecho inevitable e incluso necesario, cuya existencia no cabe actuar.

Al igual que el estudio de métodos, la medición del trabajo tiene sus propias técnicas, las cuales presento a continuación.

Figura 8: Técnicas de la Medición del Trabajo



Fuente: Elaboración Propia

La primera técnica, como su nombre lo indica, se basa en el muestreo, y esta permite precisar por medio de observaciones aleatorias y muestreo estadístico el porcentaje de aparición de una determinada actividad (Kanawaty, 1996, p. 257). Quiere decir que, por medio de recorridos realizados a intervalos aleatorios se puede observar las causas de cada inmovilización, las máquinas en funcionamiento y las paradas. Cabe señalar que el muestreo del trabajo se basa en la ley de probabilidades, así mismo, si las observaciones se llevan a la azar y la muestra es lo suficientemente grande, existirá una mayor probabilidad que dichas observaciones reflejen la situación real. Por otro lado, se encuentra la estimación estructurada, esta pretende imponer una disciplina sobre el proceso de estimación con el objetivo de obtener resultados confiables, visto que, la técnica de estimación simple es poco fiable para ser destinada como base de planificación y control eficaz.

Una de las técnicas empleadas con mayor frecuencia para determinar los niveles de productividad es el de estudio de tiempos, su finalidad es registrar los ritmos y tiempos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, esto, tomando en cuenta ciertas condiciones, posteriormente se analizan los datos con el propósito de averiguar el tiempo requerido para ejecutar la tarea de acuerdo a una norma de ejecución preestablecida (Kanawaty, 1996, p. 273). El tiempo resultante es el tiempo estándar o tiempo-tipo de la operación, para llevar a cabo esta técnica se requiere de material fundamental como, un cronómetro, un tablero de observaciones y formularios de estudio de tiempos, sin embargo, también se necesitará de instrumentos de medición, según corresponda.

Una vez seleccionado el trabajo a analizar, el estudio de tiempos suele constar de las ocho etapas siguientes:

- Registrar toda información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
- Comprobar y descomponer el método de operación previamente registrado en elementos.

- Examinar si los elementos utilizan los mejores métodos y movimientos, y determinar el tamaño de muestra.
- Medir el tiempo con un instrumento apropiado, y registrar el tiempo que invierte el operario al realizar cada elemento de la operación.
- Comparar el ritmo observado en relación de lo que debe de ser el ritmo tipo.
- Convertir los tiempos observados en tiempo normal.
- Definir los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
- Determinar el tiempo estándar de la operación.

Para poder cumplir con lo anterior, es importante conocer ciertas definiciones. El tiempo reloj (TR) es el tiempo que el operario está trabajando en la ejecución de una determinada tarea y es medida generalmente con el cronómetro. La valoración o factor ritmo (FR) es el proceso de comparar la actuación (velocidad) del operario, es decir el ritmo real con la idea de ritmo tipo, es así, que a este último se le atribuye el valor 100 en la escala de valoración. El resultado de multiplicar el tiempo reloj (TR) y el factor ritmo (FR) es el tiempo normal (TN), este, no es más que el tiempo que un operario capacitado, conocedor del trabajo desarrolla a un ritmo normal la ejecución de la tarea de objeto de estudio.

Cabe señalar, que por estudio de tiempos, no se entiende por trabajo únicamente al labor físico o mental realizado, de modo que la cantidad de tiempo requerido para efectuar el ritmo tipo que exige la tarea se le adiciona el tiempo suplementario. Sin embargo, el suplemento por descanso (destinado a reponer la fatiga) es el único que se añade de manera esencial al tiempo normal, los otros suplementos, como por razones de política de la empresa, por contingencias y especiales, solo se aplican bajo ciertas condiciones. Al final, se obtiene un panorama del tiempo estándar que viene a ser la suma de los tiempos tipo de los elementos que la componen, es decir, el tiempo estándar es el tiempo total de ejecución de una tarea al ritmo tipo, y esta se representa mediante siguiente fórmula: $TS = TN * (1+S\%)$.

La cuarta técnica de la medición del trabajo son las conocidas normas de tiempo predeterminadas (NTPD), que consisten en el empleo de un conjunto de herramientas con el objetivo de establecer el tiempo requerido para la realización de diferentes operaciones, para ello se cuenta con tiempos predeterminados para los movimientos básicos, que están clasificados según su naturaleza y condiciones de ejecución.

La productividad es la variable dependiente en el desarrollo del presente trabajo, por tanto, para Carro y González (2012) la productividad compromete la mejora del proceso productivo, y se entiende por mejora a la comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. De modo que, la productividad es el índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) con los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos). Es decir: $\text{Productividad} = \text{Salidas} / \text{Entradas}$ (p.1).

De acuerdo con García (2005) se define como productividad al grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar los objetivos. La productividad en la fabricación implica el uso eficiente de los recursos primarios de producción, como máquinas, materiales y hombre, elementos en donde hay que enfocarse para aumentar la productividad, y por ende, reducir los costos de producción (p. 9 – 10). Visto desde el punto sistémico, para que una empresa trabaje bien, sus áreas y su personal deben funcionar adecuadamente, por ello, es importante la aplicación de la eficiencia, que se explica como la obtención de resultados deseados con el mínimo de insumos que proporcionan cantidad y calidad, la que se refleja en el incremento de la productividad. Por otro lado, se tiene a la eficacia, que comprende el grado de cumplimiento de los objetivos, que puede ser reflejo de la calidad percibida, cantidad o ambos (García, 2005, p.19).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación consiste en la recolección de datos para dar respuesta a interrogantes planteadas, es decir, se aplica métodos y criterios a un determinado estudio para verificar, ampliar o desarrollar el conocimiento que se tiene. Según Tomayo (2003) de acuerdo al propósito que se persigue, existen dos tipos de investigación, pura y aplicada. La primera, se orienta a la búsqueda de nuevos descubrimientos, mientras que, la segunda depende de aportes teóricos, siendo su finalidad, confrontar la realidad con la teoría (p.42-43). Dicho esto, el presente trabajo corresponde a una investigación aplicada, puesto que se aprovecha los conocimientos obtenidos de una investigación teórica para lograr soluciones inmediatas.

De acuerdo con Hernández (2003-2010) el proyecto tiene un enfoque cuantitativo cuando es secuencial y probatorio. A partir de la delimitación de una idea se derivan objetivos y preguntas, de estas últimas se establecen hipótesis y se definen variables para medirlas en un contexto determinado. Consecutivamente, se analizan las mediciones por medio de métodos estadísticos, y se extrae conclusiones (p.4). Con respaldo de lo anterior, se afirma que la presente investigación es de enfoque cuantitativo dado que, se debe comprobar la hipótesis que la aplicación de ingeniería de métodos mejora la productividad de la empresa Euroheaters Perú S.R.L. y para lograrlo, se empleará métodos estadísticos y procedimientos de recolección de datos para ser procesados luego.

Para Tomayo (2003) una investigación es de carácter descriptivo cuando comprende el registro e interpretación del estado actual, además de la composición del fenómeno (p.46). En ese sentido, esta investigación es de nivel descriptivo puesto que, se orienta a identificar las características actuales para llevar el diagnóstico correspondiente.

Hernández (2003) menciona que una investigación de alcance explicativo a diferencia que el descriptivo, está dirigido a responder a cuestiones más profundas como, por qué se relacionan dos o más variables, en qué condiciones y por qué ocurre un fenómeno (p.95). De esa manera, se puede decir que la siguiente investigación es de nivel explicativo dado que indica y establece las causas de los sucesos.

Como se había mencionado anteriormente, el enfoque cuantitativo establece un diseño para probar las hipótesis formuladas, y por diseño se entiende como la estrategia concebida para conseguir la información que se requiere con la finalidad de responder al planteamiento del problema. Según Hernández (2003) se lleva a cabo un diseño experimental cuando se opera intencionalmente una o más variables independientes para analizar el efecto que tiene sobre una o más variables dependientes (p.129). Por lo tanto, el presente estudio cuasiexperimental, pues la intervención de la ingeniería de métodos supone un resultado positivo en la variable dependiente, mejorando la productividad. Cabe mencionar, que los diseños cuasiexperimentales son una división de la investigación experimental, y en este tipo de experimento, los grupos están formados antes de dar inicio al mismo (p.151). De esa forma, en esta investigación se utilizará el plan expuesto con anterioridad. A continuación, detallo el diagrama correspondiente al diseño de medición, preprueba y posprueba a un grupo.

$$G_1 \quad O_1 \quad X \quad O_2$$

Dónde, (G_1) es la línea de producción de Euroheaters Perú S.R.L. (X) es el tratamiento que se efectuará al grupo ya conformado, por tanto, viene a ser el Estudio del Trabajo. (O_1) es la medición de la productividad previa al estímulo y (O_2) es el cálculo posterior a la aplicación del tratamiento.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Ingeniería de Métodos

De acuerdo con Kanawaty (1996) el estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos, por lo tanto, examina cómo se están realizando las actividades para mejorar la utilización eficaz de los recursos y así, establecer criterios de rendimiento con respecto a las tareas que se están cumpliendo, fijando el tiempo estándar para la ejecución de esa actividad (p. 9).

Dimensión 1: Estudio de Métodos

Para Durán (2007) el estudio de métodos es el registro, análisis y examen crítico de la forma de llevar a cabo un trabajo, y la aplicación y desarrollo de maneras más eficaces y sencillas, asegurando un mejor aprovechamiento de los recursos de la empresa (p.9).

Dimensión 2: Medición del trabajo

Es la técnica que permite determinar el contenido de trabajo de una tarea definida a través de mediciones precisas, de esta manera se establece el tiempo que requiere un trabajador calificado para ejecutar dicha tarea y cumplir con la norma de rendimiento previamente establecida (Durán, 2007, p.2).

Variable Dependiente: Productividad

Para García (2005) la productividad es el porcentaje de rendimiento en que se utilizan los recursos disponibles para conseguir los objetivos predeterminados. Ciñéndose en la producción de artículos, el objetivo es lograr la fabricación de estos a un menor costo mediante el empleo eficiente de los recursos primarios como, máquinas, hombres y materiales (p.18).

Dimensión 1: Eficiencia

La eficiencia, se explica como la obtención de resultados deseados con el mínimo de insumos que proporcionan cantidad y calidad (García, 2005, 19).

$$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo utilizado}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$$

Dimensión 2: Eficacia

De acuerdo con García (2005) comprende el grado de cumplimiento de los objetivos, que puede ser reflejo de la calidad percibida, cantidad o ambos (p.28).

$$\% Eficacia = \frac{\textit{Producción real de resistencias eléctricas}}{\textit{Producción programada de resistencias eléctricas}} \times 100$$

3.3. Población, muestra y muestreo

Según Tomayo (2003) la población es un conjunto de elementos que comparten una determinada característica, el cual constituye la totalidad de un fenómeno de estudio que incluye unidades de análisis que conforman dicho fenómeno (p.176). De tal manera, la población para esta investigación está constituida por la producción de resistencias eléctricas tubulares industriales de la empresa Euroheaters Perú S.R.L. durante el período de 30 días.

De acuerdo con Posada (2016) la muestra pertenece a una determinada población, es decir es un conjunto de elementos que se seleccionan adecuadamente, con ello se pretende que el análisis efectuado sobre la muestra proporcione conclusiones similares a las que se obtendrían al realizarla con la totalidad de la población (p.15). Asimismo, los datos de la muestra serán los mismo que la población, por ende, se considera una muestra durante el período de 30 días.

El muestreo es un instrumento válido en la investigación, mediante este, el investigador selecciona las unidades a partir del cual obtendrá los datos que le permitirán inferir a cerca de la población sobre la que se investiga (Tomayo, 2003, p.177). En la presente tesis dado que la muestra es igual que la población, no se aplicará la técnica de muestreo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de Datos

Para Guillen y Valderrama (2014) son técnicas que emplean los expertos con el fin de reunir información de las variables de investigación (p.69). Y de acuerdo con el tipo y método de investigación se utilizan determinadas técnicas, según Muñoz (2001) la investigación cuantitativa emplea por lo general alguna de las siguientes técnicas e instrumentos:

- Observación sistemática
- Encuestas
- Entrevistas
- Pruebas de rendimiento

Por lo general, se habla de dos tipos de fuentes para recolectar datos: Las primarias y las secundarias.

Las fuentes primarias son aquellas con las que se obtiene información directa, también conocida como información desde el lugar de los hechos o de primera mano. Estas fuentes son las personas, los acontecimientos, entre otros. A diferencia de las fuentes secundarias, que referencian los hechos sobre el tema a investigar. Estas fuentes de obtención de información son los documentos, los libros, los medios de información y más. En base a lo anterior, se aplica en la investigación:

Observación directa, que es una de las técnicas que cada día cobra mayor credibilidad, y esto es porque su uso permite obtener información confiable, siempre que se realice a través de un procedimiento sistematizado y controlado (Bernal, 2010, p.194).

Para llevar a cabo la técnica mencionada con anterioridad es primordial contar con un cronómetro, es importante mencionar que existen dos tipos de cronometraje para poder indicar el tiempo de la actividad designada (Vásquez, 2012, p.91).

Cronometraje de vuelta a cero, consiste en reiniciar el cronometraje al concluir una actividad establecida y empezar de nuevo. Puesto que la ventaja tendrá su propio registro de tiempo de cada actividad. (Vásquez, 2012, p.91)

Cronometraje continuo, este consiste en tomar un tiempo total de la actividad, puesto que, se ha reunido todos los tiempos registrados por cada elemento. (Vásquez, 2012, p.91).

3.4.2. Validez y confiabilidad

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2006) la validez, en término general, es el grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir (p.277). Para validar la presente investigación, se realizó el juicio de expertos, que según Borda (2009) permite verificar que el instrumento a utilizar tiene criterio de validez para reunir información (p.250). A continuación, menciono a los expertos que validaron dichos instrumentos.

Tabla 4: Validación de Expertos

EXPERTOS	GRADO DE INSTRUCCIÓN	RESULTADOS
Ingeniero	DR. Daniel Ricardo Silva Siu	Aplicable
Ingeniero	MG. Percy Sixto Sunohara Ramírez	Aplicable
Ingeniero	MG. Lino Rolando Rodríguez	Aplicable

Fuente: Elaboración Propia

Para Valderrama (2013) todo instrumento de medición reúne dos características: Validez y confiabilidad. Ambas son de gran importancia en la investigación científica, por lo que, los instrumentos a utilizarse deben ser seguros y precisos (p.205). En ese sentido, la confiabilidad se entiende como los resultados iguales al aplicar exámenes repetitivos al factor, dado que, si el resultado varía en ocasiones, esto significaría que el instrumento no es confiable. (Hernández, 2014, p.200)

3.5. Procedimientos

Luego de haber concluido con las bases teóricas, se continuó con la aplicación de dichas técnicas en la investigación, de este modo, el siguiente paso corresponde a la descripción de la empresa.

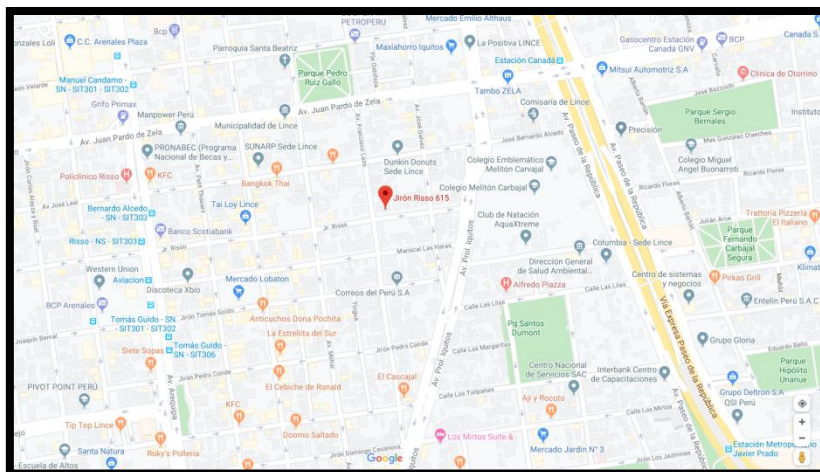
3.5.1. Situación Actual

Los datos generales de la empresa Euroheaters Perú S.R.L. se muestran a continuación.

- RUC: 20603331517
- Razón social: Euroheaters Perú S.R.L.
- Página web: <https://euroheaters.pe/>
- Nombre comercial: Euroheaters
- Tipo de empresa: Sociedad Comercial de Responsabilidad Limitada
- Condición: Activo
- Fecha de inicio de actividades: 01 de marzo de 1992
- Actividad comercial: Fabricación otro equipo eléctrico NCP

La investigación tiene como lugar de actividades la sede nacional Euroheaters Perú S.R.L. ubicada en el distrito de Lince, Departamento de Lima.

Figura 9: Ubicación de la empresa



Fuente: Google Maps

Descripción de la empresa

La empresa inició sus actividades en 1992 con el nombre RESIPER S.R.L. Desde sus inicios ha desarrollado y fabricado elementos de calefacción y control. Orientados por la demanda de los clientes, acompañado con el deseo de encontrar nuevos mercados que les permita aumentar su competitividad y zacear la inquietud por la búsqueda de nuevas soluciones tecnológicas a las necesidades específicas de cada cliente, es que se da inicio al proceso de expansión. En 2002 llega a México con el nombre “Euroheaters México”, posteriormente abrió sedes en Brasil, China y Estados Unidos, y en 2018 se realizó el cambio del nombre de la sede nacional Resiper S.R.L. a Euroheater Perú S.R.L.

A la fecha, la producción de máquinas de termoformado, empaque, envasado, sellado y corte se fabrica y comercializa bajo la división y marca “Euroempire”, mientras que, la fabricación de líneas relacionadas a controladores de temperatura, resistencias eléctricas y accesorios se realiza bajo la marca Euroheaters.

Figura 10: Logo de la empresa



Fuente: Euroheaters Perú S.R.L.

Misión

Satisfacer a nuestros clientes previendo sus necesidades y cumpliendo sus expectativas, ofreciéndoles un servicio de calidad, a través del empleo de herramientas y equipos adecuados, así como materiales de la mejor calidad. Continuamente nos encontramos en busca de la mejora y la innovación para lograr ser altamente competitivos.

Visión

Ser la primera multinacional líder en el rubro de resistencia y calefacción eléctrica industrial, reconocida además por la calidad profesional y humana de nuestro equipo.

Enmarcados en una gestión de calidad que mejore nuestros productos permitiendo a nuestros clientes desempeñar sus actividades sin ningún inconveniente.

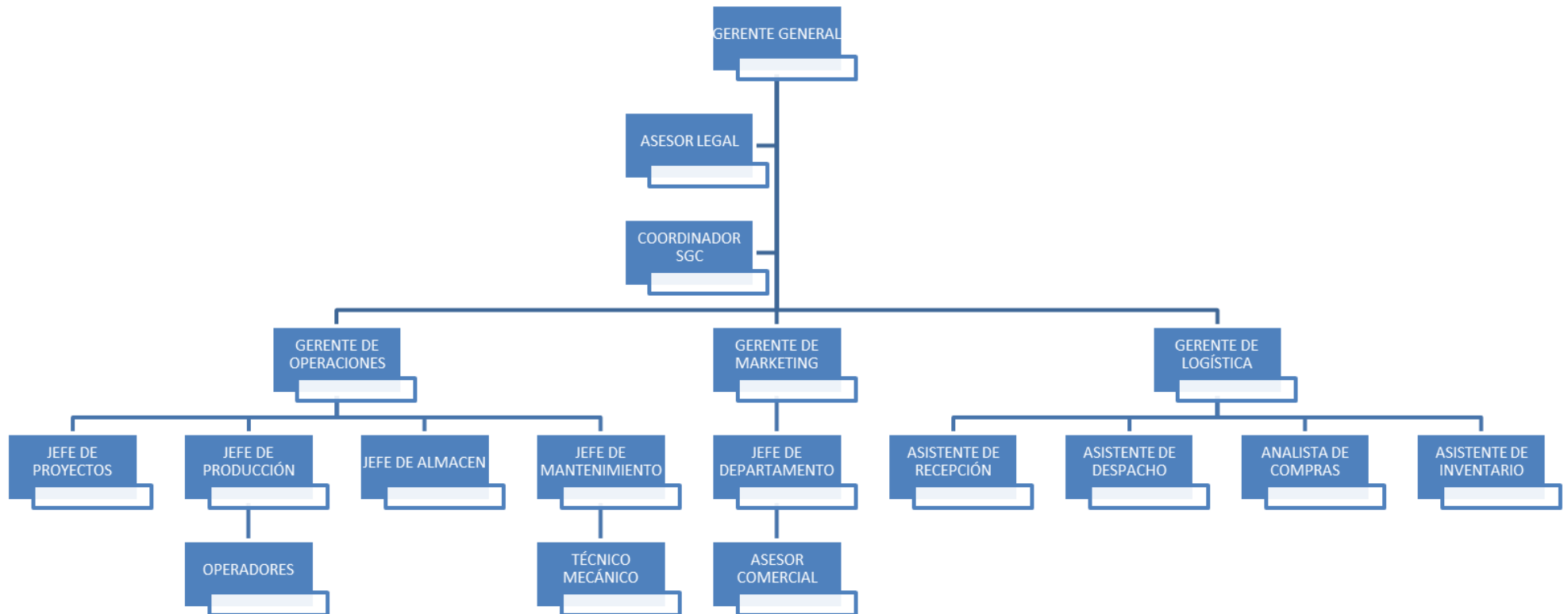
Valores

Buscamos y sostenemos una alta satisfacción de nuestros clientes basado en la confiabilidad, calidad, responsabilidad social y ambiental. Estamos dedicados a mejorar el conocimiento y la motivación de nuestros colaboradores para asegurar nuestro éxito.

Asimismo, se presenta el organigrama de la empresa Euroheaters Perú.

Estructura Organizativa

Figura 11: Organigrama de la empresa



Fuente: Euroheaters Perú S.R.L.

Productos

En el catálogo de Euroheaters Perú S.R.L. se podrá encontrar la siguiente lista de productos:

Resistencias Eléctricas

- Resistencia banda mica
- Resistencia banda cerámica
- Resistencia tipo cartucho
- Resistencia microtubular
- Resistencia tipo tubular

Sensores de Temperatura

- Termocuplas
- Termorresistencia RTD

Controladores de Temperatura

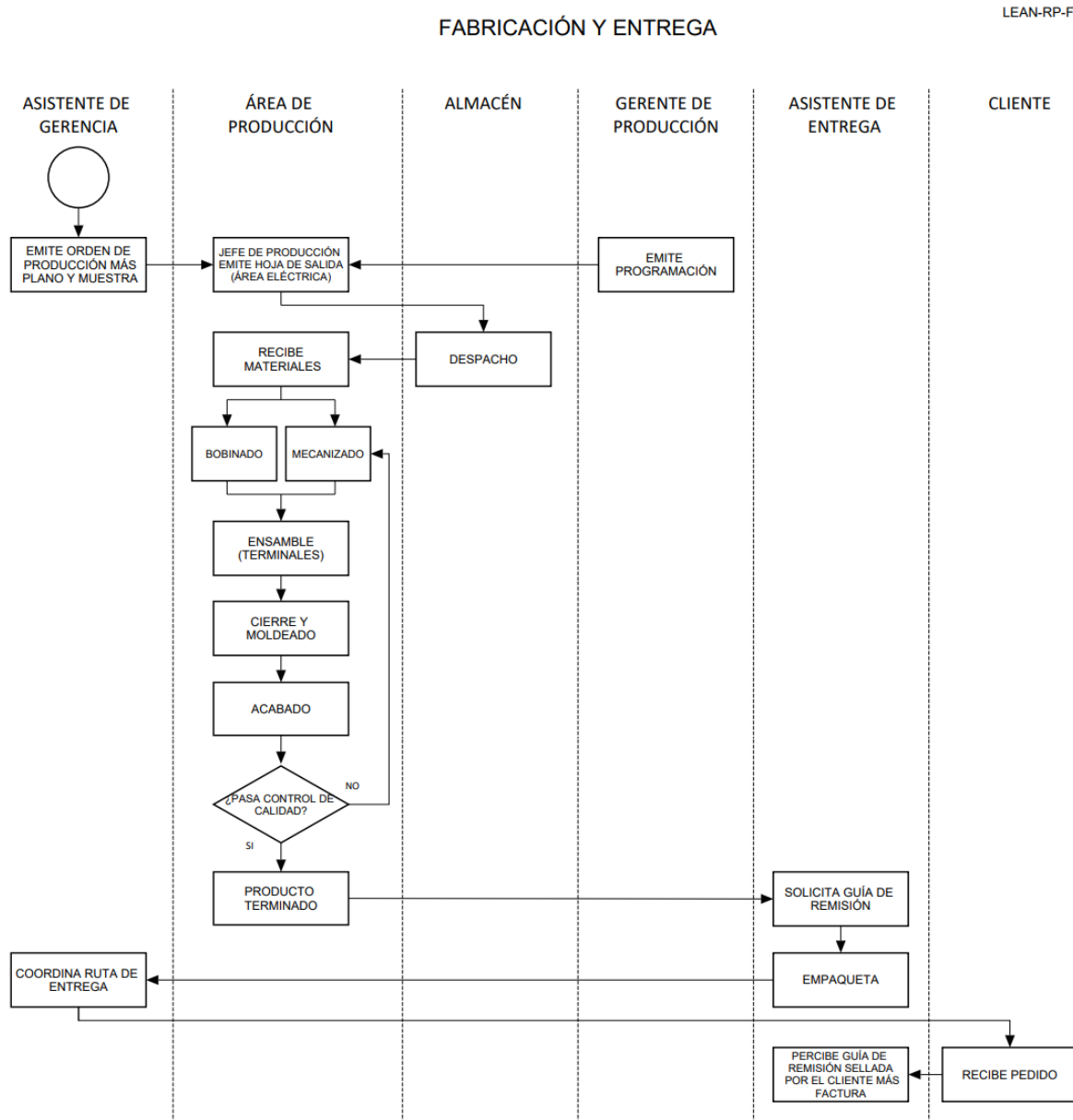
- Hot runner
- Pirómetro digital PID

Descripción del personal del área

El equipo de producción lo integran seis personas en total, los técnicos operarios son los encargados de realizar los trabajos de mecánica, es decir, son quiénes se encargan de manipular el blindaje de la resistencia mediante el uso de las máquinas. Por otro lado, las técnicas operarias, se encargan de la construcción del circuito interno de la resistencia eléctrica industrial.

Flujograma del área de fabricación

Figura 12: Flujograma de producción de resistencia tipo tubular



Fuente: Euroheaters Perú

3.5.2. Pre test

Variable Independiente

Continuando con el desarrollo de la investigación, se presenta el cursograma sinóptico del proceso de fabricación de la resistencia eléctrica industrial tipo tubular.

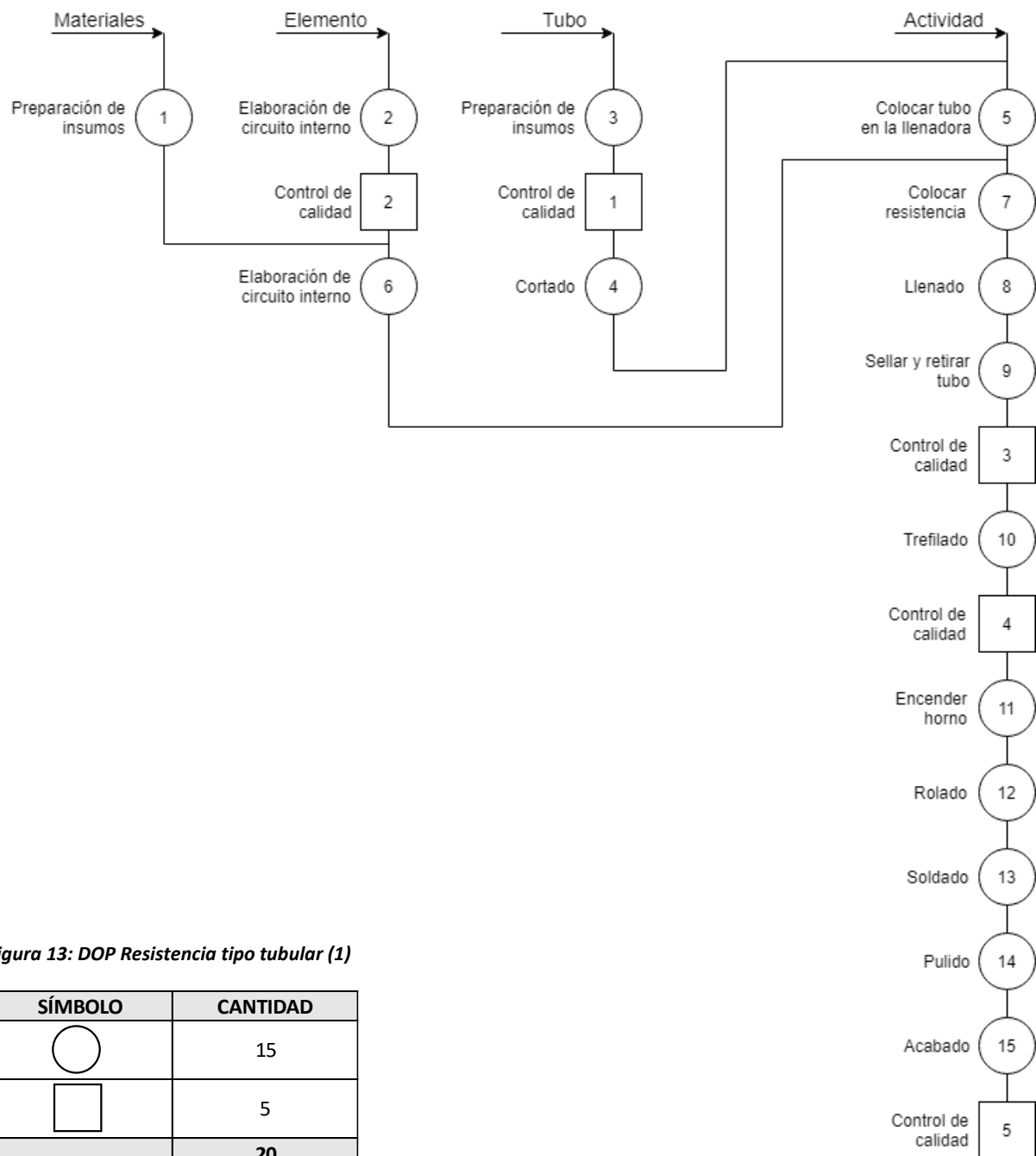
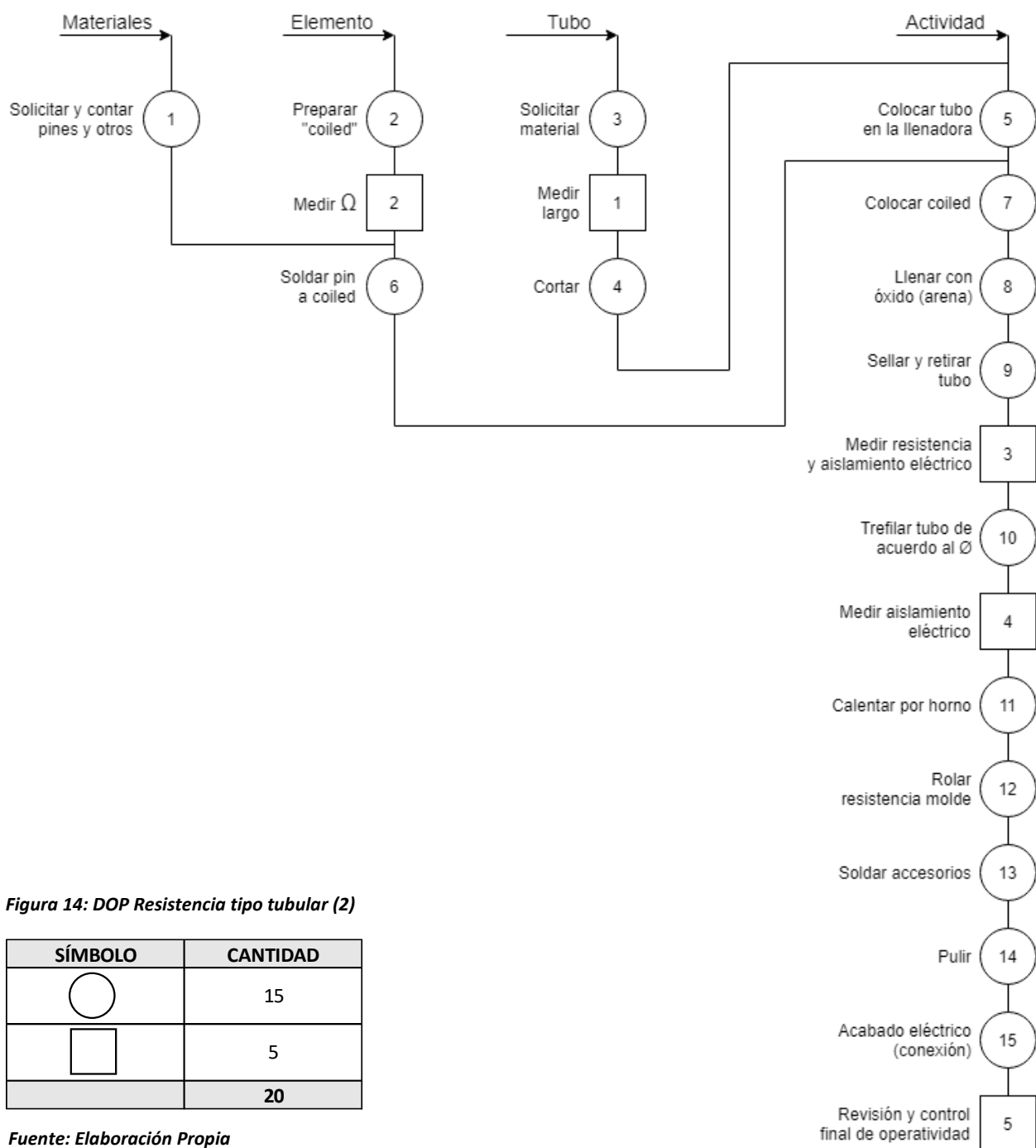


Figura 13: DOP Resistencia tipo tubular (1)

SÍMBOLO	CANTIDAD
○	15
□	5
	20


Fuente: Elaboración Propia

La figura N° 14, ayuda a comprender el panorama general de las actividades realizadas para este tipo de resistencia, desde el requerimiento de los materiales eléctricos, mecánicos y físicos, hasta la revisión y control final de operatividad del producto terminado.



Ahora, se presenta el cursograma analítico, el cual a diferencia del cursograma de operaciones muestra a detalle cada una de las actividades llevadas a cabo durante el proceso de fabricación de la resistencia tubular.


Figura 15: DAP Resistencia eléctrica tipo tubular

		FORMATO CURSOGRAMA ANALÍTICO DAP								
Cursograma analítico		Operario / Material / Equipo								
Diagrama número: 1 Hoja N°: 1/2 Operación analizada: Fabricación de resistencia tubular Actividad: Producción de resistencias industriales Método: Actual / Propuesto Lugar: Departamento de producción Operario (s): Mayra, Ángel, Sara, Cristhian Realizado por: Jazmine Rosasco Aprobado por: Ing. Gustavo Villarreal Fecha Inicio: 05/09/2020 Fecha Término: 05/09/2020		Resumen					Propuesta			
		Actividad	Actual							
		Operación	○	15						
		Transporte	⇒	9						
		Espera	D	2						
		Inspección	□	5						
		Almacenamiento	▽	2						
		Total		33						
		Distancia (m)		180						
		Tiempo (min)		398.8						
N°	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
					○	⇒	D	□	▽	
1	Almacén (1) de componentes eléctricos									
2	Selección de pines y partes eléctricas a utilizar			5.72						
3	Transporte a bobinado		15	1.03						A mano
4	Elaboración de tejido y bobina resistiva (coiled)			38.96						
5	Medir el ohmiaje			1.05						
6	Soldar pin a coiled			1.03						
7	Limpiar soldadura			0.28						
8	Espera del blindaje metálico			13.13						
9	Almacén (2) partes metálicas									
10	Selección del tubo de acero inoxidable			2.19						welded
11	Medir el largo del tubo			0.14						
12	Cortar el tubo de acuerdo a las medidas del plano			26.35						
13	Transporte a electricidad		25	1.05						A mano
14	Transporte del circuito interno y tubo a mecánica		25	1.03						A mano
15	Colocar tubo + coiled en la llenadora manual			1.48						
16	Incorporar arena (óxido) al interior del tubo			39.01						
17	Sellar y retirar tubo llenado			1.30						
18	Transporte a laboratorio		30	1.03						A mano
19	Medir resistencia y aislamiento eléctrico			1.03						
20	Transporte a mecánica		30	1.05						
21	Trefilar tubo según diámetro			1.41						
22	Transportar a laboratorio		30	1.05						
23	Medir ohmio y longitud de tubo			1.01						
24	Calentar pieza a 500°C			0.07						Horno
25	Rolado de la resistencia molde			122.30						
26	Transporte a secc. Soldadura y pulido		10	0.27						A mano
27	Espera de soldado de accesorios			12.64						
28	Soldar accesorios			60.62						Oxiacetileno
29	Pulir pieza			4.79						
30	Transporte a electricidad		15	0.29						
31	Acabado estético y eléctrico			49.58						Terminales conexión
32	Revisión y control final de operatividad			7.90						
TOTAL			180	398.78	15	9	2	5	2	

Variable Dependiente

Se presentan los datos obtenidos de la productividad del área de producción de la estación de trabajo de dedicados a la fabricación de resistencias tubulares.

Tabla 5: Registro de cálculo de productividad de resistencia tipo tubular (pre test)

		FORMATO PARA CALCULO DE PRODUCTIVIDAD DE FABRICACIÓN DE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS			Inicio: 10/08/2020 Término: 18/09/2020 Fecha emitido: 19/09/2020		
Operación analizada: Fabricación de resistencia tubular			Eficiencia	Eficacia	Productividad		
Observado por: Jazmine Rosasco			$\frac{Hr. Reales de Prod.}{Hr. Planificadas de Prod.}$	$\frac{N^{\circ} Resistencias Prod.}{N^{\circ} de Resistencias Prog.}$	$Eficiencia \times Eficacia$		
Comprobado: Ing. Gustavo Villarreal							
DÍA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA		PRODUCCIÓN REAL		Pre test		
	Fabricación de resistencia tubular (unid.)	Tiempo de fabricación de resistencia tubular (min)	Fabricación de resistencia tubular (unid.)	Tiempo de fabricación de resistencia tubular (min)	Eficiencia (%)	Eficacia (%)	Productividad (%)
1	10	3240	6	2600	80%	60%	48%
2	10	3240	7	2905	90%	70%	63%
3	10	3240	7	2918	90%	70%	63%
4	10	3240	7	2913	90%	70%	63%
5	10	3240	7	2915	90%	70%	63%
6	10	3240	7	2625	81%	70%	57%
7	10	3240	7	2908	90%	70%	63%
8	10	3240	6	2594	80%	60%	48%
9	10	3240	7	2916	90%	70%	63%
10	10	3240	6	2609	81%	60%	48%
11	10	3240	7	2917	90%	70%	63%
12	10	3240	7	2620	81%	70%	57%
13	10	3240	7	2908	90%	70%	63%
14	10	3240	6	2590	80%	60%	48%
15	10	3240	7	2917	90%	70%	63%
16	10	3240	7	2920	90%	70%	63%
17	10	3240	6	2605	80%	60%	48%
18	10	3240	7	2916	90%	70%	63%
19	10	3240	7	2628	81%	70%	57%
20	10	3240	7	2915	90%	70%	63%
21	10	3240	7	2918	90%	70%	63%
22	10	3240	7	2916	90%	70%	63%
23	10	3240	7	2618	81%	70%	57%
24	10	3240	6	2305	71%	60%	43%
25	10	3240	7	2625	81%	70%	57%
26	10	3240	7	2628	81%	70%	57%
27	10	3240	7	2918	90%	70%	63%
28	10	3240	7	2625	81%	70%	57%
29	10	3240	7	2627	81%	70%	57%
30	10	3240	7	2624	81%	70%	57%
PROMEDIO			7	2755	85%	68%	58%

Fuente: Elaboración Propia

Propuesta de mejora

Como se ha indicado anteriormente, la técnica más adecuada para influenciar de manera positiva la productividad de la fabricación de resistencias eléctricas tubulares, es la aplicación de la ingeniería de métodos.

Cronograma de desarrollo de la implementación

Figura 16: Cronograma de actividades de la investigación



Fuente: Elaboración Propia

Ejecución de la propuesta

La aplicación del estudio del trabajo se realizará siguiendo los ocho pasos de Kanawaty.

Fase 1: Selección del trabajo

La empresa Euroheaters Perú S.R.L. fabrica una gran variedad de tipos de resistencias eléctricas industriales, estas se clasifican por la forma en que transmiten calor, por conducción, por convención y por radiación. Sin embargo, la producción de la primera categoría mencionada, es la más crítica, y a este grupo pertenecen las resistencias tubulares, de modo que, transfieren calor cuando dos cuerpos de diferente temperatura son puestas en contacto uno contra el otro, de esta forma la energía calorífica fluye del más caliente al más frío. Para la selección del proceso a analizar, se revisó el histórico de la productividad del primer bimestre del año 2020.

Tabla 6: Resumen de registro de productividad de resistencias por conducción

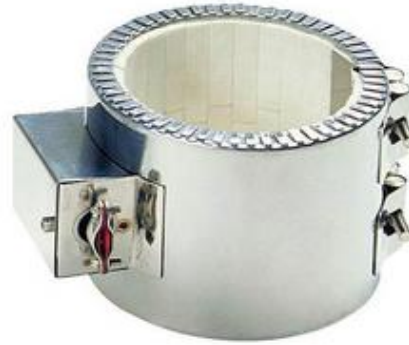
RESISTENCIAS POR CONDUCCIÓN	PRODUCTIVIDAD
Resistencia banda mica	80%
Resistencia banda cerámica	78%
Resistencia tipo cartucho	75%
Resistencia microtubular	66%
Resistencia tipo tubular	58%

Fuente: Euroheaters Perú

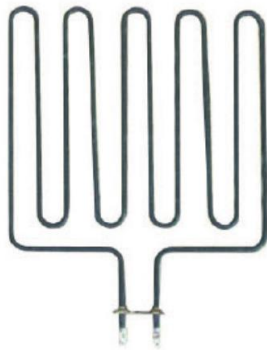
De acuerdo con el registro histórico de la empresa, la fabricación de resistencias eléctricas de tipo tubular consigna una productividad de 58%, siendo la más baja entre sus pares.



Resistencia Banda Mica



Resistencia Banda Cerámica



Resistencia Tubular




Resistencia Coiler

Fuente: Euroheaters Perú

Fase 2: Registrar información

Se llevó a cabo la técnica de observación directa desde el ocho de agosto hasta el 18 de setiembre del año 2020. Cabe mencionar, que la toma de tiempos se realizó en minutos y segundos.

Tabla 7: Ficha de registro de tiempos en la producción de tubulares (pre test)

Departamento: Producción		Estudio núm: 1 Hoja núm: 1/2						TIEMPOS OBSERVADOS EN MINUTOS (PRELIMINARES)																													
Actividad: Fabricación de resistencias industriales		Inicio: 10/08/2020 Término: 18/09/2020																																			
Producto/pieza: Resistencia tubular		Observado por: Jazmine Rosasco Comprobado: Ing. Gustavo Villarreal																																			
N°	ELEMENTOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30						
1	Selección de partes eléctricas	5.52	5.56	6.54	6.17	5.22	6.06	5.53	5.54	5.56	6.18	6.48	6.32	6.01	5.23	5.46	6.47	5.67	5.25	6.52	6.22	6.08	5.47	6.51	5.59	6.29	6.35	5.46	6.48	6.54	6.04						
2	Transporte a bobinado	1.07	1.10	1.18	1.02	1.10	1.07	1.01	1.07	1.02	1.02	1.10	1.08	1.10	1.08	1.07	1.04	1.02	1.11	1.05	1.00	1.00	1.11	1.01	1.10	1.02	1.00	1.01	1.09	1.07	1.02						
3	Elaboración de coiled	39.43	38.56	39.58	39.01	39.02	40.48	43.21	44.33	41.59	44.16	41.57	39.36	40.48	43.38	40.06	38.42	39.59	41.57	38.45	39.43	43.42	43.41	44.57	40.06	39.47	38.59	41.57	43.23	38.06	39.36						
4	Medir el ohmioje	1.05	1.01	1.04	1.10	1.07	1.05	1.06	1.07	1.02	1.08	1.08	1.00	1.01	1.04	1.01	1.08	1.10	1.07	1.02	1.01	1.10	1.03	1.03	1.01	1.07	1.02	1.02	1.03	1.04	1.10						
5	Soldar pin a coiled	1.08	1.07	1.02	1.04	1.05	1.01	1.06	1.05	1.05	1.07	1.02	1.07	1.06	1.06	1.02	1.00	1.06	1.10	1.08	1.07	1.04	1.03	1.07	1.08	1.07	1.09	1.00	1.09	1.07	1.02						
6	Limpiar soldadura	0.27	0.30	0.30	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.30	0.30	0.30	0.27	0.30	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.30	0.30	0.33	0.27	0.33	0.27	0.30	0.27						
7	Espera del blindaje metálico	14.42	12.30	12.02	13.31	12.32	14.25	13.80	14.42	13.17	13.28	12.13	12.22	13.36	13.41	13.31	13.58	12.31	14.42	13.30	14.17	14.08	14.18	13.05	12.07	14.4	12.13	12.23	13.06	12.37	13.45						
8	Selección del tubo de acero inoxidable	2.31	2.22	2.48	2.58	2.59	2.26	2.35	2.52	2.32	2.24	2.31	2.12	2.21	2.35	2.36	2.39	2.54	2.53	2.47	2.55	2.22	2.13	2.14	2.17	2.51	2.47	2.11	2.52	2.36	2.33						
9	Medir el largo del tubo	0.13	0.13	0.15	0.13	0.15	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.15	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.15	0.13	0.13	0.15	0.13	0.13	0.15	0.13	0.15	0.13	0.15	0.13	0.13	0.13						
10	Cortar el tubo	25.45	26.52	25.48	27.45	25.23	26.48	25.37	27.48	26.17	27.42	26.14	26.52	26.20	26.34	27.23	26.19	25.58	25.39	26.50	26.14	27.54	26.20	25.50	26.34	27.05	25.33	27.59	26.35	25.15	27.15						
11	Transporte a electricidad	1.01	1.01	1.03	1.02	1.04	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.10	1.03	1.07	1.00	1.10	1.05	1.03	1.08	1.06	1.07	1.00	1.06	1.06	1.01	1.05	1.08	1.05	1.08	1.02						
12	Transporte de resistencia a mecánica	1.02	1.01	1.00	1.01	1.04	1.01	1.01	1.03	1.02	1.04	1.01	1.02	1.01	1.02	1.01	1.02	1.01	1.10	1.02	1.00	1.03	1.05	1.02	1.06	1.05	1.00	1.02	1.08	1.10	1.08						
13	Colocar tubo + coiled en la llenadora	1.56	1.58	1.48	1.47	1.56	1.43	1.50	1.55	1.56	1.57	1.48	1.56	1.50	1.55	1.54	1.49	1.52	1.56	1.50	1.58	1.53	1.59	1.48	1.45	1.47	1.56	1.50	1.47	1.48	1.57						
14	Incorporar óxido al interior del tubo	39.05	37.45	39.40	38.26	37.24	38.54	40.15	38.05	38.52	37.15	38.10	37.02	39.56	38.10	38.54	37.38	38.43	38.01	37.49	40.20	38.25	40.25	38.30	39.45	37.09	38.00	38.15	38.59	40.01	37.09						
15	Sellar y retirar tubo llenado	1.23	1.44	1.42	1.26	1.45	1.24	1.41	1.27	1.21	1.32	1.39	1.35	1.36	1.33	1.40	1.29	1.24	1.44	1.24	1.43	1.45	1.38	1.46	1.49	1.43	1.23	1.47	1.24	1.40	1.25						
16	Transporte a laboratorio	1.01	1.06	1.03	1.02	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.04	1.01	1.10	1.10	1.07	1.00	1.10	1.08	1.03	1.08	1.06	1.07	1.00	1.06	1.06	1.01	1.05	1.08	1.09	1.08	1.07						
17	Medir resistencia y aislamiento eléctrico	1.02	1.04	1.03	1.04	1.02	1.03	1.01	1.10	1.00	1.06	1.00	1.03	1.08	1.04	1.08	1.00	1.03	1.06	1.06	1.06	1.03	1.02	1.09	1.00	1.08	1.03	1.07	1.03	1.08	1.03						
18	Transporte a mecánica	1.04	1.02	1.08	1.00	1.09	1.09	1.05	1.07	1.09	1.08	1.05	1.04	1.01	1.02	1.09	1.10	1.04	1.03	1.02	1.05	1.06	1.04	1.03	1.02	1.04	1.03	1.08	1.01	1.05	1.02						
19	Trefilar tubo según diámetro	1.45	1.48	1.45	1.46	1.40	1.47	1.50	1.45	1.50	1.51	1.48	1.52	1.48	1.46	1.52	1.56	1.47	1.48	1.57	1.49	1.52	1.55	1.47	1.58	1.56	1.48	1.58	1.46	1.49	1.47						
20	Transportar a laboratorio	1.07	1.05	1.06	1.00	1.07	1.06	1.04	1.00	1.02	1.09	1.01	1.02	1.09	1.00	1.03	1.01	1.00	1.00	1.08	1.02	1.05	1.08	1.02	1.09	1.02	1.04	1.05	1.01	1.02	1.07						
21	Medir ohmio y longitud de tubo	1.00	1.00	1.02	1.01	1.09	1.00	1.02	1.06	1.01	1.08	1.01	1.10	1.03	1.07	1.03	1.08	1.07	1.07	1.02	1.06	1.07	1.02	1.01	1.02	1.05	1.04	1.01	1.02	1.00	1.01						
22	Calentar pieza a 500°C	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07						
23	Rolado de la resistencia molde	116.25	117.58	121.30	116.04	119.54	115.21	116.28	117.05	122.56	116.06	120.03	119.55	120.05	116.48	115.02	123.60	116.49	115.50	121.50	123.18	124.58	117.44	121.90	116.39	118.45	119.48	124.14	116.34	118.14	122.48						
24	Transporte a secc. Soldadura y pulido	0.30	0.25	0.27	0.25	0.25	0.30	0.27	0.27	0.27	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.27	0.25	0.25	0.27	0.25	0.25	0.27	0.25	0.30	0.27	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.27						
25	Espera de soldado de accesorios	14.52	12.58	11.00	11.16	14.59	11.44	14.52	11.16	14.40	12.45	11.45	12.54	12.58	13.02	14.52	13.25	13.28	13.33	13.51	11.15	14.48	11.45	12.09	11.20	12.54	12.58	14.27	12.51	11.20	11.47						
26	Soldar accesorios	61.50	61.03	60.57	61.48	61.16	61.47	63.16	60.23	63.47	63.19	60.45	66.47	60.21	60.27	63.40	62.50	61.14	61.48	60.55	60.51	65.26	64.53	61.04	63.49	65.20	62.26	66.58	60.32	66.03	63.28						
27	Pulir pieza	4.33	4.49	4.16	3.47	4.33	3.50	4.16	4.49	4.41	4.53	3.34	3.58	4.16	4.49	4.00	4.16	4.23	4.29	4.33	3.59	4.54	4.53	5.00	4.04	4.47	4.09	4.23	4.29	3.59	4.33						
28	Transporte a electricidad	0.27	0.27	0.30	0.27	0.27	0.27	0.27	0.25	0.25	0.27	0.25	0.27	0.25	0.27	0.27	0.23	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.27	0.25	0.27	0.23	0.25	0.30	0.23	0.25						
29	Acabado estético y eléctrico	49.50	50.20	49.39	50.48	49.14	50.13	48.25	49.54	50.26	50.13	48.36	50.41	49.26	48.51	49.57	49.38	47.56	50.67	52.48	49.15	52.02	51.35	49.36	50.35	49.51	48.41	48.36	52.15	51.23	47.48						
30	Revisión y control final de operatividad	6.36	7.58	6.25	7.49	6.36	7.28	6.48	7.31	6.45	6.41	6.49	7.33	7.38	6.34	6.55	7.09	7.44	6.12	6.56	7.05	7.24	6.28	6.17	6.56	6.59	6.12	7.54	7.32	7.28	7.55						
TOTAL		394.29	391.97	394.10	392.34	392.75	392.62	398.98	397.85	404.40	399.20	392.53	399.45	397.29	393.74	395.84	400.23	390.04	394.56	399.43	399.23	415.72	403.09	401.53	393.76	399.50	391.40	408.25	398.85	397.91	397.73						

Fuente: Elaboración Propia


Como se observa, se registró un tiempo de actividad de 415.72 min/seg. siendo el más alto, por otro lado, el menor fue de 390.04 min/seg. Al contrastar ambos resultados se determina que existe una variación de tiempo aproximado de 25.68 min/seg. Por lo tanto, el resultado confirma que se debe aplicar el estudio de métodos en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. en el área de producción para la fabricación de tubulares.

Tabla 8: Formato de cálculo para el número de observaciones (pre test)

CÁLCULO DE NÚMERO DE OBSERVACIONES				
Departamento: Producción		$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$		
Actividad: Fabricación de resistencias industriales				
Producto/pieza: Resistencia tubular				
N°	ELEMENTOS	Σx	Σx²	n
1	Selección de pines y partes eléctricas a utilizar	178.32	1066.02	9.2
2	Transporte a bobinado	31.74	33.64	2.8
3	Elaboración de tejido y bobina resistiva (coiled)	1223.42	50013.18	3.9
4	Medir el ohmiaje	31.42	32.94	1.4
5	Soldar pin a coiled	31.60	33.31	1.1
6	Limpiar soldadura	8.49	2.41	6.8
7	Espera del blindaje metálico	396.52	5261.26	6.2
8	Selección del tubo de acero inoxidable	70.66	167.09	6.4
9	Medir el largo del tubo	4.06	0.55	6.8
10	Cortar el tubo de acuerdo a las medidas del plano	789.48	20793.20	1.3
11	Transporte a electricidad	31.19	32.45	1.3
12	Transporte del circuito interno y tubo a mecánica	30.88	31.81	1.2
13	Colocar tubo + coiled en la llenadora manual	45.64	69.49	1.3
14	Incorporar arena (óxido) al interior del tubo	1151.82	44251.00	1.0
15	Sellar y retirar tubo llenado	40.52	54.97	6.9
16	Transporte a laboratorio	31.43	32.96	1.6
17	Medir resistencia y aislamiento eléctrico	31.25	32.58	1.2
18	Transporte a mecánica	31.44	32.97	1.2
19	Trefilar tubo según diámetro	44.86	67.14	1.3
20	Transportar a laboratorio	31.17	32.41	1.4
21	Medir ohmio y longitud de tubo	31.08	32.23	1.4
22	Calentar pieza a 500°C	2.19	0.16	6.9
23	Rolado de la resistencia molde	3568.61	424753.74	1.0
24	Transporte a secc. Soldadura y pulido	7.83	2.05	5.8
25	Espera de soldado de accesorios	380.24	4864.55	15.0
26	Soldar accesorios	1872.23	116957.35	1.6
27	Pulir pieza	125.15	526.46	13.4
28	Transporte a electricidad	7.78	2.03	6.7
29	Acabado estético y eléctrico	1492.59	74307.86	1.0
30	Revisión y control final de operatividad	204.97	1408.13	8.8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9: Formato de cálculo del tiempo estándar (pre test)

Departamento: Producción		Estudio núm: 1 Hoja núm: 1/2		REGISTRO DE CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR																	
Actividad: Fabricación de resistencias industriales		Inicio: 21/09/2020 Término: 25/09/2020																			
Producto/pieza: Resistencia tubular		Observado por: Jazmine Rosasco Comprobado: Ing. Gustavo Villarreal																			
Nº	ELEMENTOS	TIEMPOS OBSERVADOS EN MINUTOS																			PROMEDIO T.O.
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15					
1	Selección de pines y partes eléctricas a utilizar	5.55	6.05	5.56	5.58	6.06	6.05	5.53	5.58	5.56							5.72	75%	4.29	11%	4.8
2	Transporte a bobinado	1.02	1.01	1.05													1.03	50%	0.51	11%	0.6
3	Elaboración de tejido y bobina resistiva (coiled)	39.05	39.10	39.12	38.57												38.96	75%	29.22	20%	35.1
4	Medir el ohmiaje	1.05															1.05	50%	0.53	11%	0.6
5	Soldar pin a coiled	1.03															1.03	50%	0.52	11%	0.6
6	Limpiar soldadura	0.27	0.27	0.30	0.27	0.27	0.30	0.27									0.28	100%	0.28	11%	0.3
7	Espera del blindaje metálico	12.25	12.45	15.20	13.29	13.41	12.17										13.13	0%	0.00	0%	0.0
8	Selección del tubo de acero inoxidable	2.23	2.15	2.17	2.17	2.20	2.21										2.19	50%	1.09	9%	1.2
9	Medir el largo del tubo	0.13	0.13	0.13	0.15	0.15	0.13	0.15									0.14	75%	0.10	9%	0.1
10	Cortar el tubo de acuerdo a las medidas del plano	26.35															26.35	75%	19.76	11%	21.9
11	Transporte a electricidad	1.05															1.05	50%	0.53	9%	0.6
12	Transporte del circuito interno y tubo a mecánica	1.03															1.03	50%	0.52	11%	0.6
13	Colocar tubo + coiled en la llenadora manual	1.48															1.48	75%	1.11	11%	1.2
14	Incorporar arena (óxido) al interior del tubo	39.01															39.01	75%	29.26	19%	34.8
15	Sellar y retirar tubo llenado	1.32	1.28	1.27	1.30	1.30	1.32										1.30	50%	0.65	11%	0.7
16	Transporte a laboratorio	1.03	1.02														1.03	75%	0.77	11%	0.9
17	Medir resistencia y aislamiento eléctrico	1.03															1.03	75%	0.77	11%	0.9
18	Transporte a mecánica	1.05															1.05	75%	0.79	11%	0.9
19	Trefilar tubo según diámetro	1.41															1.41	75%	1.06	11%	1.2
20	Transportar a laboratorio	1.05															1.05	75%	0.79	9%	0.9
21	Medir ohmio y longitud de tubo	1.01															1.01	75%	0.76	11%	0.8
22	Calentar pieza a 500°C	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07									0.07	100%	0.07	11%	0.1
23	Rolado de la resistencia molde	122.3															122.30	75%	91.73	20%	110.1
24	Transporte a secc. Soldadura y pulido	0.27	0.27	0.30	0.25	0.25	0.27										0.27	75%	0.20	9%	0.2
25	Espera de soldado de accesorios	12.53	14.23	15.53	15.24	12.27	11.36	14.29	11.12	11.01	12.04	13.10	11.10	11.01	12.47	12.32	12.64	0%	0.00	0%	0.0
26	Soldar accesorios	60.12	61.11														60.62	75%	45.46	21%	55.0
27	Pulir pieza	4.49	4.35	5.01	5.12	4.58	4.56	5.13	5.25	4.58	4.59	5.02	4.58	5.05			4.79	100%	4.79	21%	5.8
28	Transporte a electricidad	0.30	0.30	0.30	0.27	0.30	0.27	0.27									0.29	75%	0.22	9%	0.2
29	Acabado estético y eléctrico	49.58															49.58	75%	37.19	14%	42.4
30	Revisión y control final de operatividad	10.15	8.15	8.23	7.34	7.26	7.45	7.56	7.52	7.48							7.90	75%	5.93	11%	6.6
																	328.9				
Nota: O.B. = Tiempo Observado V. = Valoración T.B. = Tiempo Básico S. = Suplemento T.E. = Tiempo Estándar																					

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en el desarrollo anterior, luego de calcular el número de muestra requerido para cada elemento, el siguiente paso es promediar los resultados de las últimas observaciones realizadas y completar las columnas correspondientes al factor de valoración y suplementos. Para ello, se empleó la escala de (0 – 100) norma británica, y la tabla de suplementos de la OIT.


Una vez hallado el tiempo estándar, se procede a calcular las unidades planificadas, por lo que, es necesario determinar la capacidad instalada, la cual se obtiene mediante la aplicación de la siguiente fórmula.

$$\text{Capacidad Instalada} = \text{Días de trabajo} \times N^{\circ}\text{trab.} \times \text{horas turno} \times 60 \text{ min.} \times N^{\circ}\text{turnos}$$

Por ende, la capacidad instalada es de 3240 min/día, el resultado es de multiplicar el tiempo de trabajo, en este caso 540 min. por la cantidad de colaboradores (6) y por un solo turno. El siguiente paso es calcular las unidades planificadas producidas para este periodo, esto se logra a través de la división del tiempo planificado entre el tiempo estándar obtenido. Como resultado, el potencial teórico de producción es de 10 resistencias diarias.

Con la capacidad instalada hallada, es posible continuar con el cálculo de la eficiencia, eficacia y productividad dentro de los 30 días de muestra.

Tabla 10: Registro de cálculo de productividad de resistencia tipo tubular (pre test)

		FORMATO PARA CALCULO DE PRODUCTIVIDAD DE FABRICACIÓN DE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS		Inicio: 10/08/2020 Término: 18/09/2020 Fecha emitido: 19/09/2020		
Operación analizada: Fabricación de resistencia tubular		Eficiencia	Eficacia	Productividad		
Observado por: Jazmine Rosasco		<i>Hr. Reales de Prod.</i>	<i>N° Resistencias Prod.</i>	<i>Eficiencia x Eficacia</i>		
Comprobado: Ing. Gustavo Villarreal		<i>Hr. Planificadas de Prod.</i>	<i>N° de Resistencias Prog.</i>			
DÍA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA		PRODUCCIÓN REAL		Pre test	
	Fabricación de resistencia tubular (unid.)	Tiempo de fabricación de resistencia tubular (min)	Fabricación de resistencia tubular (unid.)	Tiempo de fabricación de resistencia tubular (min)	Eficiencia (%)	Productividad (%)
1	10	3240	6	2600	80%	48%
2	10	3240	7	2905	90%	63%
3	10	3240	7	2918	90%	63%
4	10	3240	7	2913	90%	63%
5	10	3240	7	2915	90%	63%
6	10	3240	7	2625	81%	57%
7	10	3240	7	2908	90%	63%
8	10	3240	6	2594	80%	48%
9	10	3240	7	2916	90%	63%
10	10	3240	6	2609	81%	48%
11	10	3240	7	2917	90%	63%
12	10	3240	7	2620	81%	57%
13	10	3240	7	2908	90%	63%
14	10	3240	6	2590	80%	48%
15	10	3240	7	2917	90%	63%
16	10	3240	7	2920	90%	63%
17	10	3240	6	2605	80%	48%
18	10	3240	7	2916	90%	63%
19	10	3240	7	2628	81%	57%
20	10	3240	7	2915	90%	63%
21	10	3240	7	2918	90%	63%
22	10	3240	7	2916	90%	63%
23	10	3240	7	2618	81%	57%
24	10	3240	6	2305	71%	43%
25	10	3240	7	2625	81%	57%
26	10	3240	7	2628	81%	57%
27	10	3240	7	2918	90%	63%
28	10	3240	7	2625	81%	57%
29	10	3240	7	2627	81%	57%
30	10	3240	7	2624	81%	57%
PROMEDIO			7	2755	85%	58%

Fuente: Elaboración Propia

Fase 3: Examinar

En esta etapa, se aplica la Técnica del Interrogatorio Sistemático, que consiste en efectuar un examen crítico a las actividades registradas previamente, sometiéndolas a una serie de preguntas progresivas.

Preparación de insumos

- P1: ¿Qué se hace?

En este proceso se solicita los materiales que se utilizarán para la fabricación correspondiente de la resistencia tubular requerida por el cliente.

- P2: ¿Por qué se hace?

Porque a pesar de enfocarse en un determinado modelo de fabricación, en este caso, el tipo tubular. Existe una gran variedad de formas y tamaños, por lo que sus componentes varían en las mismas características. El tipo de blindaje metálico dependerá del nivel corrosivo del ambiente y de la masa a calentar. Por otro lado, su espesor está determinado por la temperatura de trabajo.

- L1: ¿Dónde se hace?

Se selecciona los insumos en sus correspondientes almacenes, de acuerdo con el plano y orden de producción.

- L2: ¿Por qué se hace?

Porque se cuenta con un almacén de material eléctrico y otro de partes metálicas.

- S1: ¿Cuándo se hace?

Se realiza este proceso cuando ingresa una orden de producción.

- S2: ¿Por qué se hace?

Porque en la orden de producción se especifica las características técnicas de la resistencia a producir.

Elaboración del circuito interno

- P1: ¿Qué se hace?

Durante este proceso se construye la bobina resistiva y el tejido interno de la resistencia.

- P2: ¿Por qué se hace?
Porque este componente es el generador de calor, su calibre y longitud dependerá de la potencia requerida por el cliente y de la tensión aplicada.
- L1: ¿Dónde se hace?
Se trabaja la bobina resistiva en la estación de trabajo de electricidad.
- L2: ¿Por qué se hace?
Porque está ambientado con los equipos y herramientas necesarias para elaborar el circuito eléctrico de toda resistencia, además de encontrarse cerca del almacén de componentes eléctricos.
- M1: ¿Cómo se hace?
Se trabaja con una aleación resistiva de níquel y cromo (nicrom).
- M2: ¿Por qué se hace?
Porque las propiedades del nicrom permite alcanzar un punto de fusión cercano a los 1400°C, además de poseer una elevada resistencia eléctrica, como corrosiva.

Cortado

- P1: ¿Qué se hace?
Se toma medida de la longitud del tubo (material externo) para señalar a que distancia se debe efectuar el corte del material.
- P2: ¿Por qué se hace?
Porque el diseño de la resistencia tubular varía en forma y tamaño, esto depende de la aplicación requerida.
- L1: ¿Dónde se hace?
Se realiza en la estación de trabajo de mecánica.
- L2: ¿Por qué se hace?
Porque está ambientado con las máquinas y equipos para efectuar la operación mecánica del material externo de la resistencia, por otro lado, el almacén de partes metálicas está cerca de la estación de trabajo.

- M1: ¿Cómo se hace?
Se ejecuta con un cortador de tubos de acero inoxidable, dispositivo de mano que se sujeta alrededor del mismo.
- M2: ¿Por qué se hace?
Para cumplir con los detalles técnicos señalados en el plano de la resistencia.

Llenado

- P1: ¿Qué se hace?
Se llena el interior del tubo con aislamiento granular de óxido de magnesio.
- P2: ¿Por qué se hace?
Para proporcionar calor, máxima conductividad y resistencia dieléctrica óptima.
- L1: ¿Dónde se hace?
Se realiza en el área de mecánica.
- L2: ¿Por qué se hace?
Porque se encuentra instalada la llenadora manual en dicha estación de trabajo.
- S1: ¿Cuándo se hace?
Después de construir la bobina resistiva y el circuito eléctrico.
- S2: ¿Por qué se hace?
Porque la resistencia de nicrom se incorpora dentro del tubo de acero inoxidable.
- M1: ¿Cómo se hace?
Se sujeta el tubo a la llenadora manual para agregar el aislante granular de óxido de magnesio.
- M2: ¿Por qué se hace?
Porque la llenadora semi automática se encuentra en para.

Control de calidad

- P1: ¿Qué se hace?
Se realizan las pruebas de resistividad, densidad de potencia, rigidez dieléctrica y de calce.

- P2: ¿Por qué se hace?
Para medir la capacidad de la resistencia de conducir corriente eléctrica, para calcular su temperatura superficial, para medir su nivel de aislamiento en frío y para garantizar la transferencia de calor.
- L1: ¿Dónde se hace?
Dependiendo de la prueba a realizar, se efectúa en la estación de trabajo de electricidad o en el laboratorio de control.
- L2: ¿Por qué se hace?
Porque se cuenta con las herramientas distribuidas en ambas subáreas.
- S1: ¿Cuándo se hace?
La primera medición se realiza luego de preparar la bobina resistiva, los siguientes se efectúan antes y después del trefilado del tubo, y por último se mide cuando el producto es terminado.
- S2: ¿Por qué se hace?
Para garantizar que cumple con la potencia requerida.
- M1: ¿Cómo se hace?
A través de los instrumentos, multímetro y megohmetro.
- M2: ¿Por qué se hace?
Para facilitar el cálculo de las unidades.

Trefilado

- P1: ¿Qué se hace?
Se reduce el diámetro original del tubo en un 14%
- P2: ¿Por qué se hace?
Porque así se logra un mejor “compactado”, es decir, las cargas eléctricas internas no pueden moverse, lo que permite un elevado aislamiento dieléctrico.
- S1: ¿Cuándo se hace?
Luego de sellar la resistencia eléctrica y medir el aislamiento.
- S2: ¿Por qué se hace?
Para conseguir una óptima conductividad térmica y un alto aislamiento dieléctrico.

Moldeado

- P1: ¿Qué se hace?
Se le da forma a la resistencia tubular, esto de acuerdo al requerimiento de cada cliente.
- P2: ¿Por qué se hace?
Porque el material de trabajo corresponde a una resistencia tubular rígida.
- L1: ¿Dónde se hace?
En la roladora de banco manual.
- L2: ¿Por qué se hace?
Porque la moldeadora semiautomática se encuentra en para.

Soldado

- P1: ¿Qué se hace?
Se suelda con oxiacetileno los terminales eléctricos como, tornillos de acero, a los cuales se le puede soldar placas especiales o cables de níquel, cobre u alguna aleación especial.
- P2: ¿Por qué se hace?
Para poder montarlas en la zona de trabajo.
- L1: ¿Dónde se hace?
En la estación de soldadura, ambiente separado de las subáreas de electricidad y mecánica.
- L2: ¿Por qué se hace?
Para evitar accidentes laborales.

Pulido

- P1: ¿Qué se hace?
Se realiza el acabado estético final.
- P2: ¿Por qué se hace?
Para una mejor presentación del producto terminado.
- L1: ¿Dónde se hace?
En la cabina de pulido

- L2: ¿Por qué se hace?
Para aislar el ruido.

Acabados finales

- P1: ¿Qué se hace?
Se realiza el conexionado eléctrico y se coloca aisladores (terminales).
- P2: ¿Por qué se hace?
Para colocar un sello anti-humedad y así, evitar problemas de inducción eléctrica.

Fase 4: Establecer

Para establecer un nuevo método, se aplica durante esta fase nuevos interrogatorios que permitirán la mejora de las actividades.

Proceso de fabricación de la resistencia tubular

P1: ¿Qué se debería hacer?

Dado que las operaciones e inspecciones efectuadas durante la fabricación de la resistencia tipo tubular son necesarias y generan valor, se propone la mejor y más rápida manera para ejecutarlas. De este modo que, para optimizar la selección de insumos, se debería organizar cada 15 días y mantener así el orden de los componentes, dado que, posterior a la compra de insumos no se organiza de manera inmediata en el almacén y se pierde fácilmente el registro de salida de los mismos. En cuanto a los procesos, elaboración de circuito, cortado, llenado, trefilado, modelado, soldado, pulido, acabado y control de calidad, se debería guardar las herramientas de trabajo en sus respectivas gavetas al finalizar el día laboral y mantener estas mismas en sus correspondientes estaciones de trabajo, además se debería realizar la compra de herramientas e instrumentos para la estación perteneciente a control de calidad y cortado, también se debería ambientar la zona de trabajo de soldado y pulido. Por otro lado, se debería eliminar el transporte innecesario del recurso humano como material,

y establecer un nuevo proceso para la ejecución de la producción de la resistencia tipo tubular.


P2: ¿Por qué se debería hacer?

Con la implementación de las mejoras de las actividades necesarias, se lograría reducir el retraso, el desorden y la fatiga del equipo humano encargado de la producción, esto se complementaría con la eliminación de actividades que no generan valor, para ganar una mayor productividad del tiempo.

De acuerdo a lo expuesto, se muestra a continuación las modificaciones realizadas para el proceso de producción de resistencias industriales tipo tubular en el cursograma analítico post test. Seguidamente, se mostrará la toma de tiempos post test registrados desde el dos de noviembre al once de diciembre, durante un período de 30 días hábiles.


La tabla N° 12, se muestra el cálculo para hallar el número de muestras requeridas para esta etapa de evaluación. Finalmente, se hallará tras el registro de las últimas observaciones el tiempo estándar post test.

Figura 17: DAP Resistencia eléctrica tipo tubular (post test)

		FORMATO CURSOGRAMA ANALÍTICO DAP								
Cursograma analítico		Operario / Material / Equipo								
Diagrama número: 2 Hoja N°: 2/2		Resumen								
Operación analizada: Fabricación de resistencia tubular		Actividad		Actual		Propuesta				
Actividad: Producción de resistencias industriales		Operación ○		15		15				
Método: Actual / Propuesto		Transporte ➡		9		4				
Lugar: Departamento de producción		Espera □		2		0				
Operario (s): Mayra, Ángel, Sara, Cristhian		Inspección □		5		5				
Realizado por: Jazmine Rosasco		Almacenamiento ▽		2		2				
Aprobado por: Ing. Gustavo Villarreal		Total		33		26				
Fecha Inicio: 30/10/2020		Distancia (m)		180		70				
Fecha Término: 30/10/2020		Tiempo (min)		398.80		273.12				
N°	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
					○	➡	□	□	▽	
1	Almacén (1) de componentes eléctricos									
2	Selección de pines y partes eléctricas a utilizar			4.29						
3	Transporte a bobinado		15	0.51						A mano
4	Elaboración de tejido y bobina resistiva (coiled)			25.58						
5	Medir el ohmiaje			0.27						
6	Soldar pin a coiled			0.28						
7	Limpiar soldadura			0.26						
8	Almacén (2) partes metálicas									
9	Selección del tubo de acero inoxidable			0.70						welded
10	Medir el largo del tubo			0.08						
11	Cortar el tubo de acuerdo a las medidas del plano			20.52						
12	Colocar tubo + coiled en la llenadora manual			1.00						
13	Incorporar arena (óxido) al interior del tubo			29.13						
14	Sellar y retirar tubo llenado			0.23						
15	Medir resistencia y aislamiento eléctrico			0.44						
16	Trefilar tubo según diámetro			1.02						
17	Transportar a laboratorio		30	0.24						
18	Medir ohmio y longitud de tubo			0.25						
19	Calentar pieza a 500°C			0.07						Horno
20	Rolado de la resistencia molde			91.43						
21	Transporte a secc. Soldadura y pulido		10	0.24						A mano
22	Soldar accesorios			46.25						Oxiacetileno
23	Pulir pieza			4.49						
24	Transporte a electricidad		15	0.23						
25	Acabado estético y eléctrico			40.61						Terminales conexión
26	Revisión y control final de operatividad			5.02						
TOTAL			70	273.12	15	4	0	5	2	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11: Ficha de registro de tiempos en la producción de tubulares (post test)

Departamento: Producción		Estudio núm: 2 Hoja núm: 2/2						TIEMPOS OBSERVADOS EN MINUTOS (PRELIMINARES)																															
Actividad: Fabricación de resistencias industriales		Inicio: 02/11/2020 Término: 11/12/2020																																					
Producto/pieza: Resistencia tubular		Observado por: Jazmine Rosasco Comprobado: Ing. Gustavo Villarreal																																					
N°	ELEMENTOS						T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30			
1	Selección de partes eléctricas						4.38	4.55	4.46	4.52	4.55	4.54	4.56	4.46	5.00	4.35	4.45	4.46	4.48	4.58	4.47	4.52	4.39	4.45	4.56	4.34	5.00	4.35	4.30	4.38	4.41	4.54	4.43	4.51	4.53	4.59			
2	Transporte a bobinado						0.58	0.58	0.50	0.53	0.53	0.53	0.50	0.58	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.53	0.53	0.53	0.50	0.50	0.50	0.50	0.53	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.53	0.53	0.50	0.50	0.50		
3	Elaboración de coiled						26.51	26.41	25.54	25.57	25.04	25.15	25.07	26.06	25.38	25.41	25.40	25.03	26.12	25.23	25.32	25.47	25.25	25.47	26.21	25.35	25.47	26.21	25.35	25.16	25.47	25.16	25.53	25.51	26.46	25.09	25.37	26.32	25.18
4	Medir el ohmioje						0.37	0.41	0.41	0.37	0.33	0.33	0.37	0.37	0.37	0.33	0.37	0.37	0.33	0.37	0.37	0.41	0.33	0.33	0.37	0.37	0.33	0.37	0.33	0.33	0.33	0.33	0.37	0.33	0.37	0.37	0.33		
5	Soldar pin a coiled						0.30	0.33	0.33	0.42	0.33	0.33	0.30	0.33	0.30	0.33	0.33	0.33	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.33	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.33	
6	Limpiar soldadura						0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.30	0.30	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.30	0.30	0.30	0.27	0.30	0.30	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27		
7	Selección del tubo de acero inoxidable						0.70	0.70	0.73	0.70	0.72	0.70	0.72	0.72	0.73	0.72	0.70	0.73	0.70	0.73	0.70	0.70	0.72	0.70	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.73	0.72	0.72	0.72	0.73	0.72	0.73		
8	Medir el largo del tubo						0.08	0.08	0.08	0.08	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.10	0.08	0.08	0.08		
9	Cortar el tubo						22.30	22.45	21.51	20.58	20.46	20.40	20.32	20.46	20.51	20.58	20.40	20.30	20.39	20.43	20.37	20.03	20.57	20.46	20.48	22.30	22.45	20.56	20.18	20.54	20.58	20.28	20.46	20.48	20.45	20.45	20.25		
10	Colocar tubo + coiled en la llenadora						1.01	1.00	1.16	1.09	1.03	1.03	1.05	1.03	1.05	1.06	1.08	1.05	1.08	1.12	1.02	1.19	1.11	1.17	1.13	1.16	1.13	1.03	1.03	1.08	1.07	1.00	1.04	1.16	1.16	1.19	1.03		
11	Incorporar óxido al interior del tubo						29.53	29.50	29.52	29.45	29.46	30.05	29.51	29.37	29.24	29.12	30.10	29.20	29.39	29.07	29.22	29.38	29.40	29.24	29.13	30.12	30.16	29.23	29.54	29.38	29.28	29.49	30.18	30.41	32.21	29.38			
12	Sellar y retirar tubo llenado						0.25	0.25	0.25	0.23	0.25	0.23	0.23	0.25	0.25	0.25	0.25	0.23	0.25	0.23	0.23	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.23	0.25	0.25	0.25	0.23	0.23	0.25	0.25	0.25			
13	Medir resistencia y aislamiento eléctrico						0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.42	0.42	0.47	0.47	0.47	0.42	0.47	0.42	0.47	0.42	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.42	0.42	0.47	0.47	0.42	0.47	0.47	0.47			
14	Trefilar tubo según diámetro						1.04	1.01	1.03	1.02	1.02	1.03	1.02	1.09	1.02	1.07	1.05	1.04	1.09	1.02	1.06	1.10	1.06	1.05	1.07	1.01	1.07	1.10	1.04	1.05	1.09	1.05	1.08	1.09	1.08	1.04			
15	Transportar a laboratorio						0.23	0.23	0.23	0.23	0.25	0.25	0.25	0.23	0.23	0.23	0.25	0.23	0.23	0.25	0.23	0.23	0.25	0.23	0.23	0.23	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.23	0.25	0.23	0.23	0.23	0.25		
16	Medir ohmio y longitud de tubo						0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.25	0.25	0.25	0.25	0.27	0.27	0.27	0.27	0.25	0.27	0.27	0.27	0.25	0.27	0.27	0.27	0.27	0.25	0.25	0.25	0.25	0.27	0.27	0.25	0.25		
17	Calentar pieza a 500°C						0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07			
18	Rolado de la resistencia molde						90.06	90.38	94.47	92.56	91.26	91.52	94.16	92.12	95.31	91.24	95.40	92.48	95.41	92.59	94.13	91.52	93.17	92.45	91.18	95.03	90.18	93.17	92.26	93.44	91.54	90.44	95.07	90.20	92.48				
19	Transporte a secc. Soldadura y pulido						0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.20	0.20	0.20	0.23	0.23	0.23	0.23	0.20	0.20	0.23	0.23	0.20	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23			
20	Soldar accesorios						49.58	48.32	48.29	45.35	45.47	49.14	48.25	49.23	48.28	49.14	49.19	49.54	45.13	46.23	48.26	49.02	46.41	48.44	49.30	49.01	49.33	46.39	48.28	47.15	49.27	48.58	48.10	49.12	49.43	49.26			
21	Pulir pieza						4.14	4.02	4.06	4.41	4.36	4.03	4.38	4.48	4.07	4.30	4.49	4.06	5.00	4.33	4.47	4.47	4.11	4.21	4.33	4.44	4.10	4.05	4.38	4.50	4.38	4.09	4.09	4.25	4.26	4.49			
22	Transporte a electricidad						0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.25	0.23	0.23	0.23	0.25	0.23	0.25	0.23	0.23	0.25	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.25	0.23	0.23	0.25	0.23	0.25	0.23	0.25	0.23			
23	Acabado estético y eléctrico						42.35	42.50	42.18	41.59	43.36	41.38	43.12	40.16	43.05	40.27	40.34	39.17	41.25	39.21	41.51	42.25	42.36	43.24	39.29	44.32	42.30	43.10	42.13	42.54	44.48	44.47	40.19	41.18	42.16	42.02			
24	Revisión y control final de operatividad						5.10	5.06	5.02	5.03	5.09	5.05	5.10	5.09	5.00	6.02	5.04	5.03	5.04	5.03	5.08	5.10	5.04	6.12	5.08	5.02	5.10	5.04	5.01	5.04	5.04	5.05	5.05	5.06	5.06	5.00			
TOTAL		280.05	279.32	281.31	275.27	275.16	277.28	280.47	277.62	278.15	276.57	280.93	275.39	278.27	278.40	278.86	278.09	276.76	280.26	276.09	280.23	279.56	274.57	278.26	277.45	278.60	280.48	278.48	274.22	275.50	280.87	278.74	278.74	278.74	278.74				


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Formato de cálculo para el número de observaciones (post test)

CÁLCULO DE NÚMERO DE OBSERVACIONES				
Departamento: Producción		$n = \left(\frac{40\sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$		
Actividad: Fabricación de resistencias industriales				
Producto/pieza: Resistencia tubular				
Nº	ELEMENTOS	Σx	Σx²	n
1	Selección de pines y partes eléctricas a utilizar	135.11	609.20	1.9
2	Transporte a bobinado	15.83	8.38	5.7
3	Elaboración de tejido y bobina resistiva (coiled)	766.24	19576.88	1.0
4	Medir el ohmiaje	10.78	3.89	7.8
5	Soldar pin a coiled	9.42	2.98	9.5
6	Limpiar soldadura	8.31	2.31	3.4
7	Selección del tubo de acero inoxidable	21.49	15.40	1.0
8	Medir el largo del tubo	2.46	0.20	8.6
9	Cortar el tubo de acuerdo a las medidas del plano	621.49	12889.32	1.8
10	Colocar tubo + coiled en la llenadora manual	32.46	35.23	4.9
11	Incorporar arena (óxido) al interior del tubo	888.26	26310.94	1.0
12	Sellar y retirar tubo llenado	7.32	1.79	2.3
13	Medir resistencia y aislamiento eléctrico	13.75	6.32	3.4
14	Trefilar tubo según diámetro	31.59	33.29	1.1
15	Transportar a laboratorio	7.10	1.68	2.5
16	Medir ohmio y longitud de tubo	7.88	2.07	2.2
17	Calentar pieza a 500°C	2.16	0.16	4.9
18	Rolado de la resistencia molde	2777.01	257144.09	0.5
19	Transporte a secc. Soldadura y pulido	6.66	1.48	5.7
20	Soldar accesorios	1446.49	69797.10	1.2
21	Pulir pieza	128.75	553.88	3.9
22	Transporte a electricidad	7.06	1.66	2.26
23	Acabado estético y eléctrico	1257.47	52770.66	1.91
24	Revisión y control final de operatividad	153.58	788.19	4.00

Fuente: Elaboración Propia


Tabla 13: Formato de cálculo del tiempo estándar (post test)

Departamento: Producción		Estudio núm: 1 Hoja núm: 2/2		REGISTRO DE CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR													
Actividad: Fabricación de resistencias industriales		Inicio: 14/12/2020 Término: 18/12/2020															
Producto/pieza: Resistencia tubular		Observado por: Jazmine Rosasco Comprobado: Ing. Gustavo Villarreal															
Nº	ELEMENTOS	TIEMPOS OBSERVADOS EN MINUTOS										PROMEDIO T.O.	V.	T.B.	S.	T.E.	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10						
1	Selección de pines y partes eléctricas a utilizar	4.26	4.31									4.29	100%	4.29	11%	4.8	
2	Transporte a bobinado	0.50	0.53	0.50	0.50	0.50	0.50					0.51	75%	0.38	11%	0.4	
3	Elaboración de tejido y bobina resistiva (coiled)	25.58										25.58	100%	25.58	20%	30.7	
4	Medir el ohmiaje	0.33	0.28	0.28	0.25	0.25	0.25	0.23	0.25			0.27	75%	0.20	11%	0.2	
5	Soldar pin a coiled	0.30	0.30	0.25	0.28	0.30	0.30	0.25	0.30	0.25	0.25	0.28	100%	0.28	11%	0.3	
6	Limpiar soldadura	0.27	0.27	0.25								0.26	100%	0.26	11%	0.3	
7	Selección del tubo de acero inoxidable	0.70										0.70	75%	0.53	9%	0.6	
8	Medir el largo del tubo	0.08	0.08	0.08	0.10	0.08	0.08	0.10	0.08	0.08		0.08	100%	0.08	9%	0.1	
9	Cortar el tubo de acuerdo a las medidas del plano	20.59	20.45									20.52	100%	20.52	9%	22.4	
10	Colocar tubo + coiled en la llenadora manual	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00						1.00	75%	0.75	11%	0.8	
11	Incorporar arena (óxido) al interior del tubo	29.13										29.13	75%	21.85	19%	26.0	
12	Sellar y retirar tubo llenado	0.23	0.23									0.23	100%	0.23	11%	0.3	
13	Medir resistencia y aislamiento eléctrico	0.42	0.42	0.47								0.44	75%	0.33	11%	0.4	
14	Trefilar tubo según diámetro	1.02										1.02	100%	1.02	11%	1.1	
15	Transportar a laboratorio	0.23	0.23	0.25								0.24	75%	0.18	9%	0.2	
16	Medir ohmio y longitud de tubo	0.25	0.25									0.25	75%	0.19	11%	0.2	
17	Calentar pieza a 500°C	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07						0.07	100%	0.07	11%	0.1	
18	Rolado de la resistencia molde	91.43										91.43	75%	68.57	20%	82.3	
19	Transporte a secc. Soldadura y pulido	0.23	0.23	0.23	0.23	0.25	0.25					0.24	75%	0.18	9%	0.2	
20	Soldar accesorios	46.25										46.25	75%	34.69	21%	42.0	
21	Pulir pieza	4.52	4.41	4.56	4.48							4.49	75%	3.37	21%	4.1	
22	Transporte a electricidad	0.23	0.23									0.23	75%	0.17	9%	0.2	
23	Acabado estético y eléctrico	40.16	41.05									40.61	75%	30.45	14%	34.7	
24	Revisión y control final de operatividad	5.02	5.01	5.00	5.04							5.02	75%	3.76	11%	4.2	
																	256.4
Nota: O.B. = Tiempo Observado V. = Valoración T.B. = Tiempo Básico S. = Suplemento T.E. = Tiempo Estándar																	

Fuente: Elaboración Propia

Hallado el nuevo tiempo estándar, es posible realizar el cálculo de unidades planificadas producidas. Se obtiene entonces, 12 resistencias diarias como volumen máximo de producción.

Tabla 14: Registro de cálculo de productividad de resistencia tipo tubular (post test)

		FORMATO PARA CALCULO DE PRODUCTIVIDAD DE FABRICACIÓN DE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS			Inicio: 02/11/2020 Término: 11/12/2020 Fecha emitido: 12/12/2020		
Operación analizada: Fabricación de resistencia tubular			Eficiencia	Eficacia	Productividad		
Observado por: Jazmine Rosasco			Hr. Reales de Prod.	Nº Resistencias Prod.	Eficiencia x Eficacia		
Comprobado: Ing. Gustavo Villarreal			Hr. Planificadas de Prod.	Nº de Resistencias Prog.			
DÍA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA		PRODUCCIÓN REAL		Pre test		
	Fabricación de resistencia tubular (unid.)	Tiempo de fabricación de resistencia tubular (min)	Fabricación de resistencia tubular (unid.)	Tiempo de fabricación de resistencia tubular (min)	Eficiencia (%)	Eficacia (%)	Productividad (%)
1	12	3240	11	2985	92%	92%	84%
2	12	3240	9	2450	76%	75%	57%
3	12	3240	11	2980	92%	92%	84%
4	12	3240	11	2985	92%	92%	84%
5	12	3240	11	2981	92%	92%	84%
6	12	3240	10	2710	84%	83%	70%
7	12	3240	9	2430	75%	75%	56%
8	12	3240	11	2980	92%	92%	84%
9	12	3240	10	2711	84%	83%	70%
10	12	3240	11	2981	92%	92%	84%
11	12	3240	9	2448	76%	75%	57%
12	12	3240	11	2985	92%	92%	84%
13	12	3240	11	2980	92%	92%	84%
14	12	3240	11	2983	92%	92%	84%
15	12	3240	11	2981	92%	92%	84%
16	12	3240	11	2984	92%	92%	84%
17	12	3240	10	2718	84%	83%	70%
18	12	3240	11	2983	92%	92%	84%
19	12	3240	11	2981	92%	92%	84%
20	12	3240	10	2710	84%	83%	70%
21	12	3240	11	2985	92%	92%	84%
22	12	3240	11	2981	92%	92%	84%
23	12	3240	11	2983	92%	92%	84%
24	12	3240	9	2450	76%	75%	57%
25	12	3240	11	2982	92%	92%	84%
26	12	3240	11	2985	92%	92%	84%
27	12	3240	11	2980	92%	92%	84%
28	12	3240	10	2716	84%	83%	70%
29	12	3240	10	2720	84%	83%	70%
30	12	3240	11	2980	92%	92%	84%
PROMEDIO			11	2857	88%	88%	78%

Fuente: Elaboración Propia

Fase 5: Evaluar

Luego de ejecutar la mejora de las actividades de producción de resistencias tubulares, se procede a la evaluación de los resultados obtenidos.

Figura 18: Comparación del antes y después de la ejecución de propuesta

ANTES				DESPUÉS			
Operación	○	15	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	Operación	○	15	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS
Inspección	□	5	ACTIVIDADES IMPRODUCTIVAS	Inspección	□	5	ACTIVIDADES IMPRODUCTIVAS
Transporte	⇒	9		Transporte	⇒	4	
Espera	D	2		Espera	D	0	
Almacenamiento	▽	2		Almacenamiento	▽	2	
TOTAL		33		TOTAL		26	

$\frac{TAV - TANV}{TAV} \times 100$ <p>TAV: Todas las actividades</p> <p>TANV: Todas las actividades que no agregan valor</p> $\frac{33 - 18}{33} \times 100 = 45.5 \%$	$\frac{TAV - TANV}{TAV} \times 100$ <p>TAV: Todas las actividades</p> <p>TANV: Todas las actividades que no agregan valor</p> $\frac{26 - 11}{26} \times 100 = 57.7 \%$
---	---

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que se logró disminuir el total de actividades de 33 a 26 de acuerdo con el cuadro resumen, se compara además el tiempo estándar (min/seg), y éste mejoró en un 22%.

Tabla 15: Comparación antes y después – Tiempo Estándar

TIEMPO ESTÁNDAR	
ANTES	DESPUÉS
328.9	256.4

Fuente: Elaboración Propia

Fase 6: Definir

Luego de comparar ambos métodos, y habiendo validado la practicidad y eficacia del nuevo, el siguiente paso es definir de forma clara el método y presentarlo al jefe de operaciones y al equipo de colaboradores encargados de la fabricación del producto en estudio.

A través de la hoja de coordinación N°25/2021 se define el nuevo método, dónde se realiza la entrega de los nuevos diagramas del proceso de producción de las resistencias industriales tipo tubular.

Figura 19: Hoja de coordinación N°25-2021



HOJA DE COORDINACIÓN N°25-2021/PRODUCCIÓN RESISTENCIA TUBULAR

PARA: Ing. Gustavo Villarreal Mautino
Gerente de Operaciones

María Cáceres Valvas
Jefe de Producción

Asunto: Distribución de nuevo método (DAP) de trabajo de Resistencias Tubulares

Fecha: 04/01/2021

De mi consideración, tengo el agrado de dirigirme a usted a fin de hacer llegar mi saludo, y a la vez, hacerle presente los nuevos métodos de trabajo de resistencias tubulares.

Se adjunta los siguientes diagramas:

- Cursograma analítico del proceso general de producción (DAP)
- Cursograma analítico por subprocesos de producción (DAP)

Los diagramas (DAP) deberán ser utilizados a partir de la fecha, con la finalidad de disminuir los tiempos de proceso de Tubulares. Sin más que agregar, me despido.

Atentamente.

Jazmine Rosasco Cuadros

EUROHEATERS PERÚ S.R.L.

ING. GUSTAVO VILLARREAL MAUTINO
GERENTE DE OPERACIONES

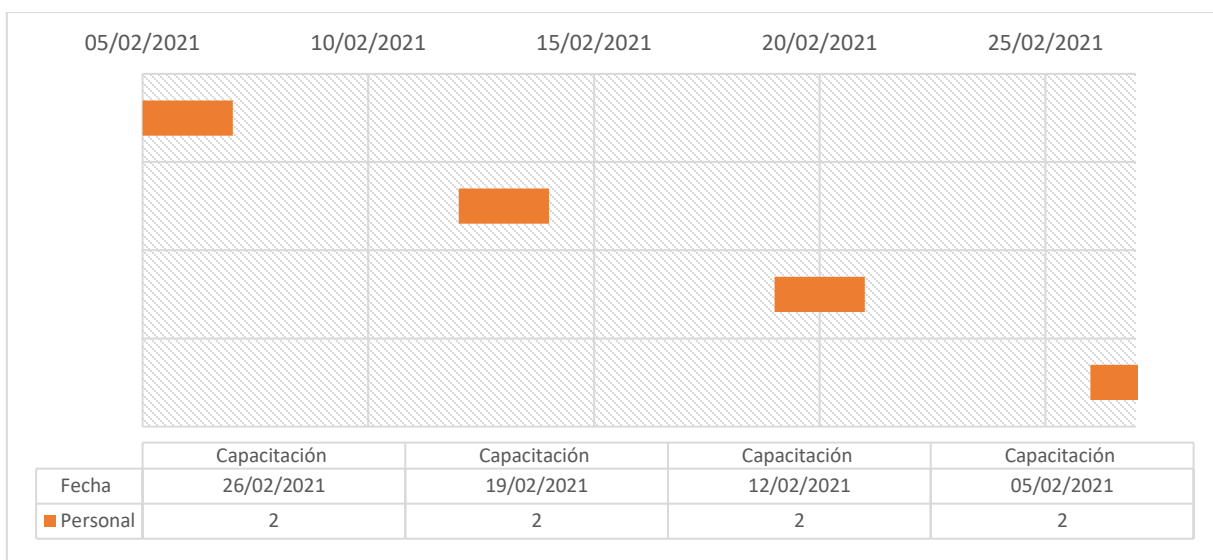

Ing. Gustavo Villarreal Mautino

Implementación de alternativa de solución

Fase 7: Implantar

Esta fase consiste principalmente en sensibilizar y formar al equipo que conforma el área de producción de la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Y para lograrlo, se programó una serie de capacitaciones, el cual se puede ver en la tabla siguiente.

Figura 20: Cronograma de capacitación al personal de producción de resistencias tubulares



Fuente: Elaboración Propia

Fase 8: Controlar

Para mantener la aplicación del nuevo método en el proceso de producción de resistencias tubulares, se mantendrá el seguimiento y registro de la productividad, por medio del formato de cálculo presentado anteriormente.

Resultados post test

El proceso de fabricación de resistencias eléctricas de tipo tubular antes de la aplicación del estudio del trabajo contaba con 33 actividades, posterior a la ejecución de la propuesta de mejora, este se redujo a 26 actividades, lo que significa que se logró una disminución de un 21%.

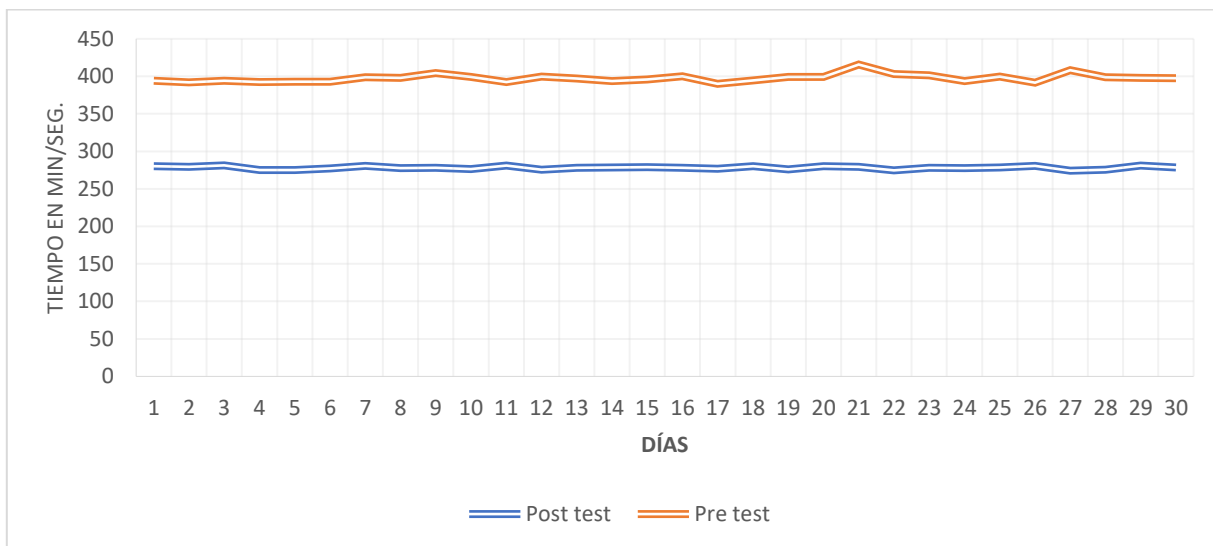
Figura 21: Comparación de número de actividades pre test & post test

ANTES			DESPUÉS		
Operación ○	15	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	Operación ○	15	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS
Inspección □	5	ACTIVIDADES IMPRODUCTIVAS	Inspección □	5	ACTIVIDADES IMPRODUCTIVAS
Transporte ➡	9		Transporte ➡	4	
Espera D	2		Espera D	0	
Almacenamiento ▽	2		Almacenamiento ▽	2	
TOTAL	33		TOTAL	26	

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se mejoró el porcentaje de eficiencia de las actividades en 12.2%. Obteniendo ventajas en el aprovechamiento del tiempo durante el ciclo de fabricación de la resistencia tubular.

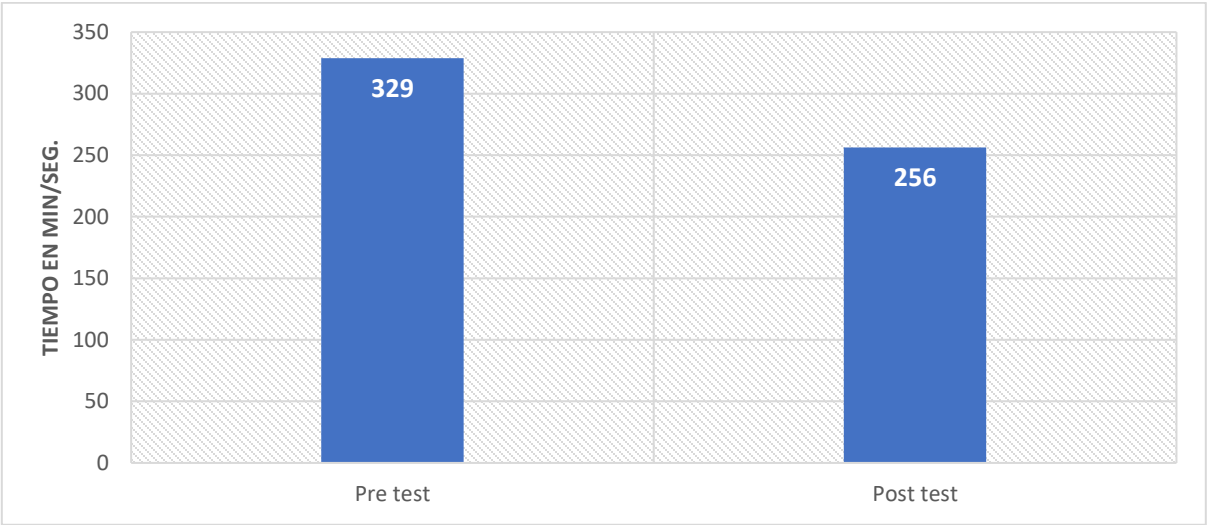
Figura 22: Comparación de tiempos observados (pre test & post test)



Fuente: Elaboración Propia

El tiempo estándar siguió la misma tendencia, reduciéndose en un 22% como se puede ver a continuación.

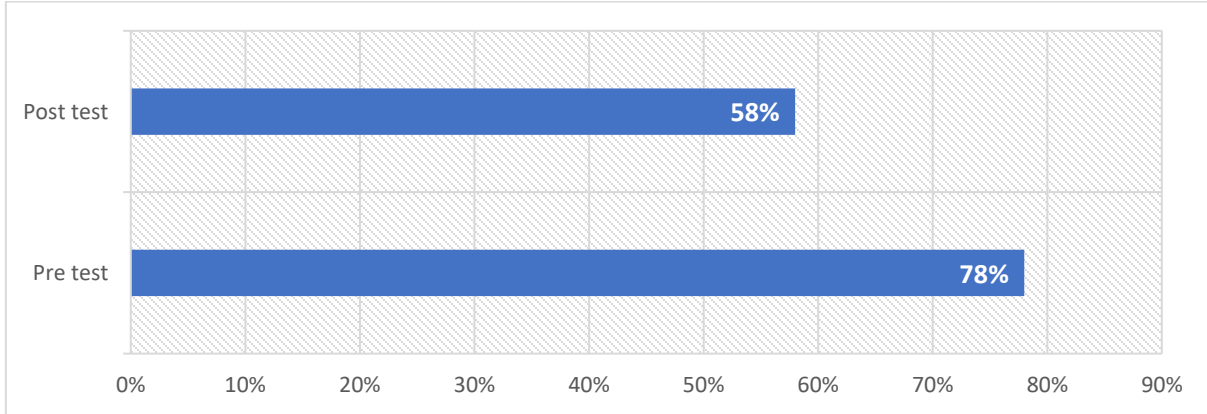
Figura 23: Tiempo estándar (pre test vs post test)



Fuente: Elaboración Propia

Diferente resultado tuvo la productividad, esta incrementó en un 20% según los datos registrados durante los meses de recolección de información y ejecución de la propuesta.

Figura 24: Productividad (pre test vs post test)



Fuente: Elaboración Propia

Se analiza el costo de las inversiones que se requiere al implementar el estudio de trabajo, así mismo, se realizará un análisis financiero, para conocer el margen de ganancia a futuro. En la tabla siguiente se indica los recursos materiales utilizados para la mejora.

Tabla 16: Lista de recurso material

DETALLE	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
Tablero	1	S/ 15.00	S/ 15.00
Impresión de formatos	50	S/ 0.30	S/ 15.00
Papel fotocopia Chamex 75gr. 4A X 500	1	S/ 9.20	S/ 9.20
Cronómetro Casio HS-80TW-1DF	1	S/ 159.00	S/ 159.00
Megohmetro Fluke 101	2	S/ 101.00	S/ 202.00
Multímetro Fluke 115	2	S/ 671.50	S/ 1,343.00
Vernier	2	S/ 43.90	S/ 87.80
Ventilador Miray VMC 659	1	S/ 169.00	S/ 169.00
COSTO TOTAL			S/ 1,801.80

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se presenta las horas extras realizadas por el personal de producción y el costo que asume la empresa por ellas. Cabe mencionar, que los trabajadores laboran hora y media diaria luego de terminar su turno.

Tabla 17: Costo de horas extras al mes

DETALLE	CANTIDAD	COSTO M. OBRA	H.H.	TOTAL
Técnico operario	3	S/ 6.70	20	S/ 402.00
Técnica operaria	3	S/ 6.30	20	S/ 378.00
COSTO TOTAL				S/ 780.00

Fuente: Elaboración Propia

Flujo de caja

Tabla 18: Flujo de caja proyectado

	MESES												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos		S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00
Ahorro de dinero por la mejora del proceso		S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00
Egresos		S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Inversión	S/ -1,801.80	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Mantenimiento del nuevo método		S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Flujo efectivo	S/ -1,801.80	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00	S/ 780.00
Flujo efectivo neto	S/ -1,801.80	S/ -1,021.80	S/ -241.80	S/ 538.20	S/ 1,318.20	S/ 2,098.20	S/ 2,878.20	S/ 3,658.20	S/ 4,438.20	S/ 5,218.20	S/ 5,998.20	S/ 6,778.20	S/ 7,558.20

VAN: S/ 14,602.82

TIR: 41%

B/C: S/ 2.95

COK: 10%

A través del flujo de caja, tal y como se muestra en la tabla N°16, se realizó el cálculo del valor presente neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), cabe señalar que la tasa de oportunidad para el presente proyecto es de 10%, puesto que, es el valor que la empresa espera percibir al realizar la inversión. Dado que, el valor obtenido del VAN es de S/14,602.82, y el resultado de la TIR es de 41%, valor superior a la tasa de oportunidad, este proyecto califica para invertir en él.

3.6. Métodos de análisis de datos

Según Valderrama (2012) luego de haber reunido la información para el análisis del estudio, el paso siguiente es examinar la data recolectada para responder la interrogante inicial, si compete aprobar o no la hipótesis del proyecto (p.229). Para esta investigación se utilizó la estadística descriptiva, puesto que, reúne, organiza, procesa, describe y presenta un conjunto de datos, dado que el estudio es cuantitativo, las variables son representadas mediante datos numéricos. Asimismo, se realizará un análisis inferencial, con la finalidad de confirmar y verificar los resultados obtenidos, los cuales serán ingresados y procesados en el software SPSS, con él se mostrará la conducta real de la variable dependiente.

3.7. Aspectos éticos

La información de la producción de resistencias eléctricas industriales de tipo tubular de la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Se reunirá bajo las normas de la empresa con total confidencialidad, además se cumplirá con los criterios y reglamentos establecidos por la universidad Cesar Vallejo en relación con el desarrollo de la investigación. La información recolectada será analizada para poder mejorar los procesos de la empresa con autorización del gerente de operaciones, con la finalidad de aportar con la mejora continua e innovación de la organización.

IV.RESULTADOS

4.1. Análisis Inferencial

Análisis de la hipótesis general

En primera instancia se realizará la prueba de normalidad con el fin de conocer si la muestra tiene una distribución normal. Es importante mencionar que se aplicará la prueba de Shapiro Wilk dado que, la muestra es menor a 30.

Ho: La distribución de la muestra es paramétrica

Ha: La distribución de la muestra no es paramétrica

Regla de decisión:

Si $p \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Tabla 19: Prueba de normalidad de la productividad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes	.761	30	.000
Productividad después	.677	30	.000

Dado que la significancia es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se concluye que la productividad no sigue una distribución normal, en ese sentido la prueba estadística asociada será la prueba Wilcoxon.

Ho: La aplicación de la ingeniería de métodos no mejora la productividad en el área de producción de la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020

Ha: La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de producción de la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020

Regla de decisión:

Si $p \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Tabla 20: Estadísticos descriptivos, hipótesis general

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Productividad antes	30	.5803	.06184	.43	.63
Productividad después	30	.7817	.08832	.56	.84

Se observa que la productividad antes del estímulo era de 0.5803, inferior al resultado obtenido luego de la aplicación del estudio del trabajo, puesto que, aumento a 0.7817.

Tabla 21: Prueba de Wilcoxon de la hipótesis general

	Productividad después - Productividad antes
Z	-4.610 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	.000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

La tabla N° 22, pone en evidencia que la aplicación de la ingeniería de métodos tuvo una influencia positiva sobre la productividad. Dado que, la significancia es menor a 0.05 se infiere que el tratamiento mejoró la productividad en el área de producción de la empresa en estudio.

Análisis de la primera hipótesis específica

Ho: La distribución de la muestra es paramétrica

Ha: La distribución de la muestra no es paramétrica

Regla de decisión:

Si $p \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Tabla 22: Prueba de normalidad de la eficiencia

	Estadístico	gl	Sig.
Indicador de eficiencia antes	.741	30	.000
Indicador de eficacia después	.649	30	.000

Se observa que el resultado de la significancia es 0.000 para ambos indicadores, esto significa que la eficiencia tiene una distribución no paramétrica, y para ello la prueba correspondiente a aplicar será la prueba Wilcoxon.

Ho: La aplicación de la ingeniería de métodos no mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020

Ha: La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el área de producción de la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020

Regla de decisión:

Si $p \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Tabla 23: Estadísticos descriptivos, hipótesis específica 1

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Indicador de eficiencia antes	30	.8503	.05353	.71	.90
Indicador de eficiencia después	30	.8823	.05917	.75	.92

En la tabla N°24, se puede visualizar que la eficiencia antes del tratamiento era de 0.8503, posterior a su aplicación mejoró hasta alcanzar 0.8823.

Tabla 24: Prueba de Wilcoxon de la hipótesis específica 1

	Indicador de eficiencia después - Indicador de eficiencia antes
Z	-2.328 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	.020
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

El resultado de la significancia para la eficiencia es de 0.020, y dado que, es menor a 0.05 se puede concluir que la ejecución del estudio del trabajo mejoró la eficiencia en el área de producción de la empresa Euroheaters Perú.

Análisis de la segunda hipótesis específica

Ho: La distribución de la muestra es paramétrica

Ha: La distribución de la muestra no es paramétrica

Regla de decisión:

Si $p \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Tabla 25: Prueba de normalidad de la eficacia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Indicador de eficacia antes	.492	30	.000
Indicador de eficacia después	.649	30	.000

Se aprecia que para ambos indicadores el resultado es 0.000, esto significa que se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se trabaja con la prueba Wilcoxon.

Ho: La aplicación de la ingeniería de métodos no mejora la eficacia en el área de producción de la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020

Ha: La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el área de producción de la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020

Regla de decisión:

Si $p \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Tabla 26: Estadísticos descriptivos, hipótesis específica 2

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Indicador de eficacia antes	30	.6800	.04068	.60	.70
Indicador de eficacia después	30	.8873	.04906	.75	.92

Como se muestra en la tabla N° 27, la eficacia mejoró de 0.6800 a 0.8873, y esto es porque la aplicación de la ingeniería de métodos tuvo un impacto favorable sobre esta.

Tabla 27: Prueba de Wilcoxon de la hipótesis específica 2

	Indicador de eficacia después - Indicador de eficacia antes
Z	-4.879 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	.000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Como queda en evidencia en la tabla N° 28, la significancia es 0.000, por lo tanto, se infiere que el tratamiento aplicado a la variable dependiente mejoró directamente la eficacia en el área de producción de la empresa.

V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

Luego de haber aplicado el estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Euroheaters Perú S.R.L. se confirma que se alcanzó con los objetivos planteados en la presente investigación, y esto se logró por medio de la reducción de tiempos, de actividades que no generan valor y de mejoramiento de aquellas que son necesarias. De este modo, se logró mejorar la eficiencia y eficacia del proceso de fabricación de resistencias tubulares de la empresa en estudio.

De acuerdo con las medias obtenidas de la comparación del pre y post test en la tabla N° 21 del presente trabajo de investigación, se comprueba que la productividad mejoró, aumentando de 0.5803 a 0.7817, por lo tanto, la aplicación de la ingeniería de métodos tuvo un impacto positivo sobre la variable dependiente, y esto se reafirma con la prueba de Wilcoxon, donde la significancia es de 0.000. Estos resultados coinciden con Edwin Jhoán Vásquez Gálvez (2017) en su trabajo de investigación “Mejoramiento de la productividad en una empresa de confección sartorial a través de la aplicación de la ingeniería de métodos” donde concluye que la productividad en el año 2017 en contraste con los años anteriores (2015 – 2016) tuvo un incremento del 33% y 27% respectivamente. Adicionalmente, sostiene que la producción promedio por mes en 2017 supera a los años 2015 y 2016 con 33% y 21%.

Con el resultado obtenido de los datos en la tabla N° 24, analizados previamente por el estadígrafo de Wilcoxon, se constata que la eficiencia antes de la adaptación del estudio del trabajo era de 0.8503 y posterior a su aplicación aumentó hasta un 0.8823, a la vez, el resultado de la significancia es menor a 0.05 (0.02) por lo que, se asegura que el estímulo aplicado influyó en la eficiencia. El resultado concuerda con el estudio de Hugo Daniel Garcia Juarez titulado (2016) “Aplicación de métodos de trabajo en la eficiencia de las operaciones en el área de recepción de una empresa esparraguera” donde sostiene que la implementación del estudio del trabajo permitió un aumento en la eficiencia del 20% en el área de recepción, con una disminución de 6.59 minutos en el tiempo estándar.

Queda en evidencia en la tabla N° 27, que los resultados de la media de la hipótesis específica (eficacia) consigue un aumento de 0.2073 al pasar de 0.6800 a 0.8873 y una significancia de 0.000, por lo tanto, se comprueba que la ingeniería de método influye positivamente sobre la eficacia. Resultado que coincide con Haro Sopla Miki Edson en su estudio “aplicación de ingeniería de métodos en el área de producción para mejorar la productividad en la empresa Corporación Montocache S.A.C. Tocache, 2018”. Donde su dimensión (eficacia) aumenta 20.07% obteniendo como resultado en su pre tratamiento 74% y posterior a la ejecución del mismo un 94%.

VI.CONCLUSIONES

6.1. Conclusiones

Para la investigación realizada de ingeniería de métodos en el proceso de producción de resistencias tipo tubular, se concluye lo siguiente:

Luego de llevar a cabo la ejecución del estudio del trabajo se confirma que la productividad mejoró, esto es posible tras realizar la comparación en la investigación del pre con el post tratamiento, donde en primera instancia se obtuvo un 58% de productividad en la producción de resistencias tubulares, resultado inferior al aplicar el estímulo, alcanzando un 78% de productividad. Para lograrlo, se redujo el total de actividades, eliminando aquellas innecesarias y mejorando las necesarias, por lo tanto, se pasó de 33 actividades a 26, que representa una mejora del 21%. Además, se determinó un nuevo tiempo estándar (256.4 min/seg) que implica una reducción de 72.5 min/seg. dado que, el tiempo estándar pre tratamiento era de 328.9 min/seg. lo que supone una mejora del 22%.

En cuanto a la eficiencia, se confirma que existió una mejora, pues se pasó de 85% a 88% con un valor de significancia de 0.020 en la prueba no paramétrica de Wilcoxon, este último es el que finalmente asegura que la aplicación del estudio del trabajo tuvo influencia sobre la eficiencia. Este resultado se refleja en la utilización del tiempo de producción, antes de aplicar la ingeniería de métodos se registraba un tiempo promedio diario de fabricación de 2755 min/seg. lo que implicaba la elaboración total de siete piezas, este resultado varió luego de aplicar el estímulo, dado que, con un promedio de producción diario de 2857 min/seg. se logra construir 11 resistencias de tipo tubular.

Con respecto a la segunda dimensión del estudio del proceso de producción de resistencias eléctricas tipo tubular, se afirma que se logró mejorar la eficacia mediante la reducción de actividades improductivas, esto se debe a la eliminación del transporte del recurso humano como material, y demoras, teniendo así un mejor aprovechamiento del talento humano. Adicionalmente, se propuso mejoras para facilitar aquellas actividades necesarias como, ambientar la estación de trabajo de soldado y pulido, dado que la alta temperatura del lugar de actividad causaba fatiga a los técnicos

operarios, se dispuso, además, organizar la estación de trabajo perteneciente a mecánica con el fin de eliminar el transporte improductivo de la resistencia a otra estación, finalmente, se resolvió por la compra de instrumentos de medición para evitar demoras durante la inspección de la resistencia. De esta forma, se consiguió mejorar la eficacia en un 20%, puesto que, se pasó de un 68% a 88%, y esto se refleja en el promedio de producción diario, que pre tratamiento se situaba alrededor de siete piezas diarias, y post estímulo, se alcanzó un promedio de fabricación de alrededor de 11 resistencias diarias.

VII. RECOMENDACIONES

7.1.Recomendaciones

Teniendo como punto inicial las bases primordiales y las herramientas del estudio de métodos y de tiempo, se recomienda lo siguiente:

Realizar evaluaciones mensuales de la productividad, así como de los indicadores de eficiencia y eficacia, con el fin de asegurar el cumplimiento del nuevo procedimiento de trabajo. Dado que la productividad mejoró en un 20% en la producción de resistencias tubulares, se sugiere aplicar el estudio del trabajo a todos los procesos de la empresa. Es conveniente mencionar que un proyecto de mejora con esta técnica no es complejo y tiene un bajo costo.

Al aplicar el estudio de tiempos, es importante realizar una evaluación cuidadosa, pues resulta necesario tener en consideración todo lo que implica la operación en análisis para poder calificar al colaborador de acuerdo a su desempeño, así como determinar los suplementos adecuados y establecer un apropiado tiempo estándar. Además, se sugiere revisar el tiempo tipo luego de transcurrir un año, esto con la finalidad de verificar e identificar variaciones en él. De esta forma se continua con el estándar, lo que influye directamente en el mejor aprovechamiento del tiempo.

Es conveniente continuar con el plan de capacitación para sensibilizar al personal con los objetivos de la organización, puesto que, su desempeño se refleja en el aumento de la producción de resistencias diarias de la empresa Euroheaters Perú.

VIII. PROPUESTAS

REFERENCIAS

BERNAL, César. Metodología de la investigación. 3.a ed. Colombia: Pearson Educación, 2010. 320 pp. ISBN: 9789586991285

KANAWATY, George y ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. Introducción al estudio del trabajo. 4.a ed. Ginebra: Limusa. 1996. 539 pp. ISBN: 978968185628

PALACIOS, Luis. Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos. 1.a ed. Bogotá: Ecoe Ediciones. 2009. 300 pp. ISBN: 9789586486248

NIEBEL, Benjamin y FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 12.a ed. México D. F.: McGraw-Hill. 2001. 736 pp. ISBN: 9789701069622

GANOZA, Rodrigo. Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de empaque de la empresa Agroindustrial Estanislao del Chimú. Lima. 2018. 127 pp.

COLLADO, Alejandra y RIVERA, Juan. Mejora de la productividad mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos en un taller mecánico automotriz. Lima. 2018. 137 pp.

FLEITMAN, J. Evaluación Integral para Implantar Modelos de Calidad. México: Editorial Pax, 2007. ISBN: 9789688609200

CRUELLES, J. Productividad e Incentivos: Como hacer que los Tiempos de Fabricación se cumplan. Barcelona, España. Editora MARCOMBO, 2012. ISBN 9788426717917

KRAMIS, J. Sistema y Procedimientos Administrativos: Metodología para su Aplicación en Instituciones Privadas y Públicas. 4.a Ed. D.F. México: Universidad Iberoamericana. 1994. ISBN 9688591157.

BACA, G. Introducción a la Ingeniería Industrial, por BACA. 2.a Ed. D.F. México: Grupo Editorial Patria, 2014. 385 pp. ISBN 9786074389197

CRISTÓBAL, Isidro. Estudio y diseño de trabajo. 2 ed. México, DF: Grupo Editorial Patria, 2014. 175 pp. ISBN: 9786074389197

QUESADA, M; VILLA, W. Estudio de Trabajo: Notas de Clase. Colombia: Fondo Editorial ITM. 2007. ISBN 978958982759

SANCHEZ, R. Indicadores de Productividad para la Industria Portuaria. Aplicación en América Latina y el Caribe. Chile: Cepal, 2006, IBSN 9213229496

GUTIERREZ, H. calidad total y productividad. 3ra edición. México. Editorial Mc Graw Hill. 2010. ISBN: 9786071503152.

TAMAYO, Mario. El Proceso de la Investigación Científica. 4 ed. México, DF: Editorial Limusa, SA 2004. 111 pp. ISBN: 9681858727

VAUGHN, Richard. Introducción a la Ingeniería industrial. 2 ed. España: Editorial Reverte, S.A., 1988. 388 pp. ISBN: 8429126910

MEYERS, Fred. Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. 2 ed. México, DF: Editorial Pearson Educación, 2000. 16 pp. ISBN 9684444680

GAÑOZA, Rodrigo. Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad en el área de empaque de la empresa Agroindustrial Estanislao del Chimú, 2018

VÁSQUEZ, Edwin. Mejoramiento de la productividad en una empresa de confección a través de la aplicación de ingeniería de métodos, 2017

RIVERA, Juan. Mejora de la productividad mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos en un taller mecánico automotriz, 2017

GUILCAPI, Luis. Optimización de los procesos productivos en la sección de asientos mediante ingeniería de métodos y simulación de procesos en la compañía Corpme gabuss Cia. Ltda. 2016

MACHADO, Carlos. Organización del trabajo a través de ingeniería de métodos y estudio de tiempos para incrementar la productividad en el área de post-cosecha, empresa florícola Lottus Flowers, 2017.

OREJUELA, Mónica. “Diseño e implementación de un programa de ingeniería de métodos, basado en la medición del trabajo y productividad, en el área de producción de la empresa Servicios Industriales Metalmecánicos Orejuela “SEIMCO”, 2015

CARDONA, Diego, HENRÍQUEZ, Gustavo, RADA, Jesús, ROBLES, Nilka. **Medición de tiempos en un sistema de distribución bajo un estudio de métodos y tiempos** [en línea]. Vol. 29, n° 6, 2018. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2021]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7201444>. ISSN: 07168756

PARRA, Fanny, BALLESTEROS, Leonardo, GONZÁLEZ, Liliana. **Sistema de costes contables a partir del estudio de tiempos y movimientos en PYMES de la provincia de**

Tungurahua [en línea]. Vol. 4, n° 12, 2017. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2021]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7055541>. ISSN: 13909304

RONCANCIO, Mitzy, REINA, Diana, HUALPA, Andrés, FELIZZOLA, Heriberto, ARANGO, Carlos. **Utilización de curvas de aprendizaje e intervalos de confianza en un estudio de tiempos para el cálculo de tiempos estándar** [en línea]. Vol. 13, n° 2, 2017. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2021]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6046311>. ISSN: 01226517

ANDRADE, Adrián, DEL RÍO, César, ALVEAR, Daissy. **Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de producción de calzado** [en línea]. Vol. 29, n° 6, 2018. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2021]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7201444>. ISSN: 07168756

GÓMEZ, Luisa, LÓPEZ, Yohana. **Propuesta lúdica como herramienta de apoyo al proceso enseñanza – aprendizaje en el estudio del trabajo, enfocada a la estandarización de tiempos** [en línea]. Vol. 9, n° 2, 2018. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2021]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6523322>. ISSN: 20275846

ESCAMILLA, José, RAMÍREZ, Gretta. **Uso de kits desechables para optimizar tiempos, movimientos y apego a protocolos de la terapia intravenosa** [en línea]. Vol. 8, n° 3, 2017. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2021]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6304782>. ISSN: 22160973

OVALLE, Alex, CÁRDENAS, Diana. **¿Qué ha pasado con la aplicación del estudio de tiempos y movimientos en las últimas dos décadas?** [en línea]. Vol. 16, n° 2, 2016. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2021]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6096114>. ISSN: 24224324

RUÍZ, Jesús, RAMÍREZ, Alberto, LUNA, Karina, ESTRADA, José, SOTO, Oscar. **Optimización de tiempos de proceso en desestibadora y en llenadora** [en línea]. Vol. 13, n° 3, 2017. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2021]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6897483>. ISSN: 16650441

MONTAÑO, Karen, PRECIADO, Juan, ROBLES, Jesús, CHÁVEZ, Luis. **Métodos de trabajo para mejorar la competitividad del sistema de uva de mesa sonoreense** [en línea]. Vol. 28, n° 52, 2018. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2021]. Disponible en

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2395-91692018000100009&lang=es. ISSN: 23959169

LLARENA, Carlos, SÁNCHEZ, Armando. **Análisis de caso para un estudio de tiempos y movimientos, desde el punto de vista de la industria 4.0: kaizen en un robot** [en línea]. 2010. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2021]. Disponible en <https://explore.openaire.eu/search/publication?articleId=doajarticles::43c2abe63c856b5d734b214965e10a57>. ISSN: 01215698

TEJADA, Noris, GISBERT, Víctor, PÉREZ, Ana. **Metodología de estudio de tiempo y movimiento** [en línea]. N° extra 1, 2017. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2021]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6300063>. ISSN: 22543376

SALAZAR Katherine, ARROYAVE, Alejandro, OVALLE, Alex, OCAMPO, Olga, RAMÍREZ, César, OLIVEROS, Carlos. **Tiempos en la recolección manual tradicional de café** [en línea]. Vol. 37, n° 2, 2016. [Fecha de consulta: 01 de febrero de 2021]. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362016000200002&script=sci_arttext&tlng=pt. ISSN: 18155936

FUERTE, Luisa, SIERRA, Emerson, PINEDA, Jaime. **Estudio técnico para ña racionalización y optimización de métodos y medición del trabajo en las operaciones de almacenamiento de los centros de distribución en Montería** [en línea]. 15 de marzo de 2017. [Fecha de consulta: 01 de febrero de 2021]. Disponible en <https://cutt.ly/clAuzYk>

FUENTES, Angel. **Estandarización de procesos administrativos del área de gestión humana, seguridad y salud en el trabajo en una entidad oncológica** [en línea]. Vol. 7, n° 14, 2020. [Fecha de consulta: 01 de febrero de 2021]. Disponible en <http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/669>. ISSN: 23393270

VILLALOBOS, Verónica, MEZA, Alejandro. **Estimación de la producción de madera obtenida durante la operación de arrastre utilizando búfalos de agua (Bubalus bubalis), en las plantaciones de Gmelina arborea roxb, Limón, Costa Rica** [en línea]. Vol. 15, n° 36, 2018. [Fecha de consulta: 01 de febrero de 2021]. Disponible en <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/3422>. ISSN: 22152504

ORTIZ, Rosalino, MARTÍNEZ, Santiago, VÁZQUEZ, Dany, JUÁREZ, Waldo. **Determinación del coeficiente y calidad de aserrío del género Pinus en la Región Sierra Sur, Oaxaca,**

México [en línea]. Vol. 19, n° 1, 2016. [Fecha de consulta: 01 de febrero de 2021]. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392016000100006&lng=en&tlng=en. ISSN: 01200739

AÑORGA, Ana, BECERRA, Andrés, GONZÁLEZ, Sergio, PATIÑO, Daniela, VERAU, Mariafernanda, CASTILLO, Rafael. **Diseño de un sistema ABC, estudio de tiempos y movimientos con sistema de incentivos, celdas de manufactura, manual de procedimientos y Kardex para la reducción de costos en una empresa de derivados lácteos** [en línea]. Vol. 8, n° 1, 2021. [Fecha de consulta: 01 de febrero de 2021]. <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/1547>. ISSN: 23131926

CAPEROS, Jhonatan, PILUDO, Néstor, MUNÉVAR, Daniel, TORRECILLA, Enerilson, REQUENA, Jorge, ARIAS, Hugo, MOSQUERA, Mauricio. **Estudio de tiempos y movimientos para la polinización artificial de caso en una plantación de Santander (Colombia)** [en línea]. Vol. 41, n° 3, 2020. [Fecha de consulta: 01 de febrero de 2021]. Disponible en <https://1findr.1science.com/item/3117b893eb1365fe88ea2a642700089ce19fd7bd>. ISSN: 01212923

RÍOS, María. **Estudio de tiempos y movimientos de la línea de producción de queso asadero de la empresa “Lácteos Fátima”** [en línea]. Vol. 6, 2019. [Fecha de consulta: 01 de febrero de 2021]. Disponible en <https://1findr.1science.com/item/e8560bdd08e9646a448bce2825d4f56a671b2a09>. ISSN: 23959797

JIMENÉZ, Alan. **Estudio de tiempos, movimientos y documentación en el proceso de decapado de metal** [en línea]. Vol. 5, n° 9, 2018. [Fecha de consulta: 02 de febrero de 2021]. Disponible en <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/2978>

RODRÍGUEZ, Daniel, RODRÍGUEZ, Bryan, ALVARADO, Miguel. **Demostrar la viabilidad en la automatización mecánica de una máquina forjadora de trapeadores, mediante un estudio de tiempos y movimientos** [en línea]. Vol. 3, n° 1, 2017. [Fecha de consulta: 02 de febrero de 2021]. Disponible en <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/973/pdf1>. ISSN: 23959797

SU Yasuri, QUILICHE, Ruth. **Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de una empresa pesquera** [en línea]. Vol. 4, 2019. [Fecha de consulta: 02 de febrero de 2021]. Disponible en <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/INGnosis/article/view/2062>

ALFARO, André, MOORE, Rosa. **Estudio de tiempos como base para trazar estrategias orientadas al incremento de la eficiencia del proceso de batido de una planta de producción de helados** [en línea]. Vol. 23, n° 1, 2020. [Fecha de consulta: 02 de febrero de 2021]. Disponible en <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/16651>

BELLIDO, Dayann, TIRAVANTTI, Lily, ESQUIVEL, Lourdes. **Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad del filete de caballa en aceite vegetal, en la empresa Inversiones Quiaza S.A.C. Chimbote, 2016** [en línea]. Vol. 2, n° 2, 2016. [Fecha de consulta: 02 de febrero de 2021]. Disponible en <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/INGnosis/article/view/2003>

DE CARVALHO, Jéssica, MAGALHÃES, Ana, VASCONCELOS, Priscila, SOARES, Alexandre, MARTINS, Armistrong. **Study of time and movements in the service sector: An analysis in a beauty salon** [en línea]. Vol. 10, n° 2, 2019. [Fecha de consulta: 02 de febrero de 2021]. Disponible en <http://www.ijmp.jor.br/index.php/ijmp/article/view/842/1021>. ISSN: 2236269X

MONTOYA, Mildred, GONZÁLEZ, Alvaro, MENDOZA, Ismael, SAMANIEGO, Margarita, LING, Juan. **Method engineering to increase labor productivity and eliminate downtime** [en línea]. Vol. 13, 2020. [Fecha de consulta: 02 de febrero de 2021]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/341690411_Method_engineering_to_increase_labor_productivity_and_eliminate_downtime. ISSN: 20130953

GHANADBASHI, Saeedeh, RAMSIN, Raman. **Towards a method engineering approach for business process reengineering** [en línea]. Vol. 10, 2016. [Fecha de consulta: 02 de febrero de 2021]. Disponible en <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/iet-sen.2014.0223>.

GOLDKUHL, Göran, KARLSSON, Fredrik. **Method engineering as design science** [en línea]. Vol. 21, 2020. [Fecha de consulta: 02 de febrero de 2021]. Disponible en <https://aisel.aisnet.org/jais/vol21/iss5/4/>

AGH Halimeh, RAMSIN, Raman. **A pattern-based model-driven approach for situational method engineering** [en línea]. Vol. 78, 2016. [Fecha de consulta: 04 de febrero de 2021]. Disponible en <https://1findr.1science.com/item/d31d2f037e0ac4799bfba45a5602e6f29f6f1db5>

CERVERA, Mario, ALBERT Manoli, TORRES, Victoria, PELECHANO, Vicente. **On the usefulness and ease of use of a model-driven method engineering approach** [en línea]. Vol. 50, 2015. [Fecha de consulta: 05 de febrero de 2021]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306437915000162?via%3Dihub>

SANDKUHL, Kurt, SEIGERROTH, Ulf. **Method engineering in information systems analysis and design: A balanced scorecard approach for method improvement** [en línea]. Vol. 18, 2019. [Fecha de consulta: 05 de febrero de 2021]. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s10270-018-0692-3>

GHERIB, Boutheina, BAGHDADI, Youcef, KRAIEM, Naoufel. **A method engineering perspective for service-oriented system engineering** [en línea]. Vol. 11, n° 4, 2015. [Fecha de consulta: 05 de febrero de 2021]. Disponible en <https://1findr.1science.com/item/c03b9c0f73c1df38f2ba1458004257f3f8bd6abd>. ISSN: 17440084

GUPTA, Ankita, GUPTA, Chetna. **A collaborative situational method engineering approach for requirement gathering: A Re-Defined Viwe** [en línea]. Vol. 8, n° 1, 2018. [Fecha de consulta: 05 de febrero de 2021]. Disponible en <https://www.igi-global.com/gateway/article/193246>. ISSN: 21556377

DWIVEDI, Rinky, GUPTA, Daya. **The agile method engineering: Applying fuzzy logic for evaluating and configuring agile methods in practice** [en línea]. Vol. 9, n° 4, 2017. [Fecha de consulta: 05 de febrero de 2021]. Disponible en <https://1findr.1science.com/item/a08518cc48c6874fcd9e9a2d224d4f2f7e2fbbdc>

HAFEEZ, Yaser, ASHGAR, Sahail, ARIF, Bisma, ALI, Sadia. **Role of situational method engineering to improve visual information systems in agile distributed environment** [en línea]. 2020. [Fecha de consulta: 05 de febrero de 2021]. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-020-09896-1>

LIN, Paul, HEROUX, Michael, BARRET, Richard, WILLIAMS, Alan. **Assessing a mini-application as a performance proxy for a finite element method engineering application:**

Minife as a performance Proxy for an FEM app [en línea]. Vol. 27, n° 17, 2015. [Fecha de consulta: 05 de febrero de 2021]. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cpe.3587>

HULIDA, Edward, PASNAK, Ivan, RENKAS, Artur, SHARYY, Volodymyr. **Engineering method for determining rational fire protection parameters of warehouses** [en línea]. Vol. 2, n° 10, 2015. [Fecha de consulta: 05 de febrero de 2021]. Disponible en <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/201819>

SILVEIRA, Amadeu, SILVA, Fernando. **Agile methods tailoring – A systematic literatura review** [en línea]. Vol. 110, n° 110, 2015. [Fecha de consulta: 05 de febrero de 2021]. Disponible en <https://1findr.1science.com/item/348ee5da1e19e97bffb280ebbbb617af4b92f8c>

KUHRMANN, Marco, MÉNDEZ, Daniel, TIESSLER, Michaela. **A mapping study on the feasibility of method engineering** [en línea]. Vol. 26, n° 12, 2014. [Fecha de consulta: 05 de febrero de 2021]. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/smr.1642>

TAKAKUWA, S, YANG, W, NAGATSUKA, H. **Learning the procedure on takt production of TPS by methods engineering and simulation** [en línea]. Vol. 17, n° 4, 2018. [Fecha de consulta: 05 de febrero de 2021]. Disponible en http://www.ijssimm.com/Full_Papers/Fulltext2018/text17-4_633-642.pdf. ISSN: 17264529

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de Variables de Investigación

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Ingeniería de métodos	De acuerdo con Kanawaty (1996) el estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos, por lo tanto, examina cómo se están realizando las actividades para mejorar la utilización eficaz de los recursos y así, establecer criterios de rendimiento con respecto a las tareas que se están cumpliendo fijando el tiempo estándar para la ejecución de esa actividad (p. 9).	Es la técnica encargada de aplicar a cada actividad un minucioso análisis con el fin de eliminar acciones innecesarias, y con aquellas que lo sean, hallar la mejor y más rápida manera de llevarlas a cabo para asegurar el aprovechamiento de los recursos humanos y materiales	Estudio de métodos	$\%EF = \frac{TAV - TANV}{TAV} \times 100$ <p>%EF: Eficiencia de actividades (%) TAV: Todas las actividades TANV: Todas las actividades que no agregan valor</p>	Razón
			Estudio de tiempos	$TS = TN * (1+S\%)$ <p>TS: Tiempo estándar TN: Tiempo normal S: Suplemento</p>	
Productividad	Para Carro y González (2012) la productividad compromete la mejora del proceso productivo, y se entiende por mejora a la comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. De modo que, la productividad es el índice que relaciona lo producido por un sistema con los recursos utilizados para generarlo (p.1).	Se define como productividad al grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar los objetivos. La productividad en la fabricación implica el uso eficiente de los recursos primarios de producción.	Eficiencia	$\%Ef = \frac{Tu}{Td} \times 100$ <p>Tu: Tiempo utilizado Td: Tiempo disponible</p>	Razón
			Eficacia	$E\% = \frac{Pr}{Pp} \times 100$ <p>Pr: Producción real Pp: Producción programada</p>	

Anexo 2: Matriz de Consistencia

PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema General PG: ¿Cómo la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020?	Objetivo General OG: determinar como la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020	Hipótesis General HG: La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la productividad en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020	Variable Independiente Ingeniería de Métodos Estudio de métodos $\%EF = \frac{TAV - TANV}{TAV} \times 100$ Estudio del trabajo	Tipo de Investigación: Aplicada Enfoque: Cuantitativa Nivel: Explicativo Diseño: Cuasi experimental Población y Muestra: Producción diaria de resistencias eléctricas tipo tubular Técnica e Instrumento: Observación Registro Cronómetro Medición
Problemas Específicos P1: ¿En qué medida la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020? P2: ¿De qué manera la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020?	Objetivos Específicos O1: Definir como la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020 O2: Determinar como la aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020	Hipótesis Específicas H1: La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficiencia en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020 H2: La aplicación de la ingeniería de métodos mejora la eficacia en el área de producción en la empresa Euroheaters Perú S.R.L. Lima, 2020	TS = TN * (1+S%) Variable Dependiente Productividad Eficiencia $\%Ef = \frac{Tu}{Td} \times 100$ Eficacia $E\% = \frac{Pr}{Pp} \times 100$	

Anexo 3: Matriz de Correlación

N°	CAUSAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	PUNTAJE	%
C1	Sobrecarga de funciones		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2%
C2	Desorden	0		0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	5%
C3	Ausencia de capacitación técnica	0	0		0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	5%
C4	Movimiento & Transporte innecesarios	0	1	0		1	1	1	0	1	1	0	1	7	17%
C5	Subprocesos y responsabilidades no definidos	1	1	1	1		1	1	1	0	1	1	1	10	24%
C6	Estaciones de trabajo mal organizadas	0	0	0	1	1		1	0	0	1	0	0	4	10%
C7	Distribución inadecuada	0	0	0	1	1	1		0	0	1	0	0	4	10%
C8	Índice considerable de mantenimiento correctivo	0	0	1	0	1	0	0		0	0	0	0	2	5%
C9	Carencia de equipos de medición	0	0	0	1	0	0	0	0		1	0	0	2	5%
C10	Estimación inapropiada del tiempo de producción	0	0	0	1	1	1	1	0	1		0	0	5	12%
C11	Deficiente gestión de proveedores	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		0	1	2%
C12	Inadecuada gestión de insumos	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0		2	5%
														42	100%

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4: Parámetros para el cálculo de potencia



Fecha de revisión: 11/12/2020

Fecha de emisión: 12/12/2020

PARÁMETROS Y TEST: CÁLCULO DE POTENCIA

1. Temperatura inicial y final
2. Tiempo disponible para alcanzar la temperatura final
3. Períodos del ciclo del proceso
4. Peso y propiedades térmicas de materiales que serán procesados y de materiales adicionados durante los ciclos del proceso
5. Velocidad del flujo de líquidos o gases que serán calentados
6. Dimensiones, peso y propiedades térmicas de recipientes, medios de transferencias o todo lo demás presente que absorberá calor durante el proceso
7. Área superficial expuesta al ambiente donde ocurrirá pérdidas de calor
8. Efectos y propiedades de aislamiento

Anexo 5: Nuevo procedimiento de fabricación – Resistencia tipo Tubular



Fecha de revisión: 08/01/2021

Fecha de emisión: 09/01/2021

NUEVO PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE RESISTENCIA TIPO TUBULAR

1. Transportar pines y otros componentes eléctricos a la estación de trabajo de electricidad
 2. Elaborar la bobina resistiva o coiled con aleación de níquel y cromo (nicrom).
 3. Medir resistividad
 4. Soldar pin a coiled
 5. Limpiar soldadura
 6. Colocar el blindaje (tubo) en la llenadora manual
 7. Ajustar llenadora e incorporar en el interior aislamiento granular de óxido de magnesio
 8. Sellar y retirar blindaje
 9. Medir resistencia y aislamiento eléctrico (prueba de rigidez dieléctrica - 20 megaohmios mínimo)
 - 9.1. Test de resistividad
 - 9.2. Prueba de rigidez dieléctrica – 20 megaohmios mínimo
 10. Trefilar tubo para reducir su diámetro original en un 14%
 11. Transportar a laboratorio
 12. Medir resistencia y longitud del tubo
 13. Calentar pieza en el horno por 4 horas entre 150°C – 200°C
 14. Hacer grupo de tres resistencias en serie y conectar en tres ciclos de 10 minutos máximo
 15. Rolar la resistencia (diseño de plano)
 16. Transportar a sección soldadura y pulido
 17. Trabajar terminales eléctricos como, bridas o tornillos de acero y de acuerdo al diseño de plano soldar placas especiales o cables de níquel, cobre o alguna aleación especial.
 18. Pulir pieza (acabado estético)
 19. Transportar a la estación de trabajo de electricidad
 20. Realizar conexión eléctrico final
 21. Revisión y control final de operatividad
 - 21.1. Prueba de resistividad
 - 21.2. Prueba de calce, dependiendo de la magnitud, varía entre 0.1 – 0.3 mm.
1. Transportar tubo de acero inoxidable, cobre, incoloy o el blindaje adecuado para el uso a la estación de trabajo de mecánica.
 2. Medir el largo el tubo
 3. Cortar el tubo de acuerdo a la medida que se indica en el plano con el cortador de tubo inoxidable de mano

Anexo 6: Indicador de puntualidad de la empresa – Top Clientes

CLIENTE	FECHA ORDEN DE COMPRA	FECHA GUÍA DE REMISIÓN	LEAD TIME TOTAL	LEAD TIME TEÓRICO	KPI (Índice Puntualidad)
Ideas textiles S.A.C	03/05/2020	06/05/2020	3	4	0.8
Artesco	03/05/2020	04/05/2020	1	1	1.0
La Varesina S.A.	04/05/2020	06/05/2020	2	3	0.7
Baterías Etna	07/05/2020	12/05/2020	5	4	1.3
Envanse los Pinos S.A.C.	09/05/2020	14/05/2020	5	3	1.7
Backus	09/05/2020	12/05/2020	3	3	1.0
Mantenimiento Industrial y Comercial S.A.C.	10/05/2020	17/05/2020	7	4	1.8
Plásticos Inti S.A.	13/05/2020	13/05/2020	0	3	0.0
Faber Castell	13/05/2020	17/05/2020	4	3	1.3
Hotel Belmont	13/05/2020	17/05/2020	4	3	1.3
Artesco	13/05/2020	19/05/2020	6	4	1.5
Ieqsa S.A.	17/05/2020	26/05/2020	9	4	2.3
Medifarma	17/05/2020	24/05/2020	7	3	2.3
Boxiplast S.A.C.	17/05/2020	21/05/2020	4	3	1.3
Productos Tissue del Perú S.A.	19/05/2020	20/05/2020	1	3	0.3
Corporación Lindley	19/05/2020	21/05/2020	2	3	0.7
Staff Representaciones S.A.	19/05/2020	26/05/2020	7	3	2.3
Faber Castell	20/05/2020	24/05/2020	4	4	1.0
Cineplex S.A.	21/05/2020	24/05/2020	3	1	3.0
Danper	24/05/2020	27/05/2020	3	3	1.0
Inquimica S.A.	26/05/2020	30/05/2020	4	4	1.0
Cineplanet	26/05/2020	27/05/2020	1	4	0.3
Ajeper S.A.	26/05/2020	01/06/2020	6	4	1.5
Corporación Lindley	26/05/2020	01/06/2020	6	3	2.0
Corporación Lindley	31/05/2020	07/06/2020	7	3	2.3
Mantenimiento Industrial y Comercial S.A.C.	31/05/2020	03/06/2020	3	3	1.0
Danper	31/05/2020	07/06/2020	7	3	2.3
AGP Perú S.A.C.	01/06/2020	02/06/2020	1	3	0.3
Pamolsa	01/06/2020	03/06/2020	2	1	2.0
Danper	01/06/2020	07/06/2020	6	3	2.0
Lady Plast	01/06/2020	02/06/2020	1	3	0.3
Envases San Nicolas S.A.C.	01/06/2020	04/06/2020	3	3	1.0
Funcage	01/06/2020	02/06/2020	2	1	2.0
TDM Geosintéticos S.A.	02/06/2020	08/06/2020	6	3	2.0
Rayben S.A.C.	03/06/2020	07/06/2020	4	3	1.3
Faber Castell	04/06/2020	16/06/2020	12	3	4.0
Corporación Lindley	04/06/2020	10/06/2020	6	3	2.0
Pamolsa	07/06/2020	08/06/2020	1	1	1.0
Farmex S.A.	07/06/2020	14/06/2020	7	3	2.3
Hotel Libertador	09/06/2020	11/06/2020	2	3	0.7
Embalajes Industriales Peruanos S.A.C.	09/06/2020	10/06/2020	1	1	1.0
Hotel los Delfines	09/06/2020	28/06/2020	19	7	2.7
Baterías Etna	10/06/2020	11/06/2020	1	1	1.0
Pamolsa	10/06/2020	11/06/2020	1	1	1.0
Faber Castell	11/06/2020	16/06/2020	5	3	1.7
Embotelladora San Miguel del Sur S.A.C.	11/06/2020	06/06/2020	-5	3	-1.7
BSH Electrodomesticos S.A.C.	11/06/2020	14/06/2020	3	3	1.0
La Varesina S.A.	11/06/2020	18/06/2020	7	3	2.3
Danper	17/06/2020	21/06/2020	4	3	1.3
Reicolite Peruana S.A.	17/06/2020	22/06/2020	5	4	1.3
Ideas textiles S.A.C	18/06/2020	22/06/2020	4	3	1.3
Faber Castell	22/06/2020	24/06/2020	2	3	0.7
Machu Picchu Foods S.A.C.	24/06/2020	28/06/2020	4	3	1.3
Corporación Lindley	23/06/2020	05/07/2020	12	3	4.0
Corporación Lindley	23/06/2020	26/06/2020	3	4	0.8
Faber Castell	24/06/2020	05/07/2020	11	4	2.8
Captax S.A.C.	25/06/2020	01/07/2020	6	3	2.0
Mexichem	25/06/2020	08/07/2020	13	3	4.3
Roster S.A.	28/06/2020	02/07/2020	4	3	1.3
BSH Electrodomesticos S.A.C.	28/06/2020	06/07/2020	8	3	2.7
Farmex S.A.	28/06/2020	05/07/2020	7	3	2.3
Mecánico	30/06/2020	01/07/2020	1	1	1.0

Fuente: Euroheaters Perú

Anexo 7: Carta de presentación N°1



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor:

Dr. Daniel Ricardo Silva Siu

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Se me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos, asimismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Norte, promoción 2021, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optare el título de bachiller.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: **“Aplicación de Ingeniería de Métodos para mejorar la productividad en el área de producción de una empresa fabricante de resistencias eléctricas industriales”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


Firma

Rosasco Cuadros Vanessa Jazmine
D.N.I: 71241653

Anexo 8: Carta de presentación N°2



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor:

MG. Lino Rolando Rodríguez Alegre

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Se me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos, asimismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Norte, promoción 2021, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optare el título de bachiller.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: **“Aplicación de Ingeniería de Métodos para mejorar la productividad en el área de producción de una empresa fabricante de resistencias eléctricas industriales”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


Firma

Rosasco Cuadros Vanessa Jazmine
D.N.I: 71241653

Anexo 9: Carta de presentación N°3



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor:

Mg. Percy Sixto Sunohara Ramírez

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Se me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos, asimismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EAP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Norte, promoción 2021, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optare el título de bachiller.

El título nombre de mi proyecto de investigación es: **“Aplicación de Ingeniería de Métodos para mejorar la productividad en el área de producción de una empresa fabricante de resistencias eléctricas industriales”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.


Firma

Rosasco Cuadros Vanessa Jazmine
D.N.I: 71241653

Anexo 10: Certificado de validez de contenido del instrumento – Variable Independiente N°1



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Estudio de Métodos							
	$IM = \frac{TAV - TANV}{TAV} \times 100$							
	DIMENSIÓN 2 Medición del Trabajo	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$TS = TN * (1 + S\%)$							

Observaciones (precisar si hay

suficiencia): _____ Si hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. DR/ Mg Silva Siu Daniel Ricardo

DNI: 10792639

Especialidad del validador: Doctor en gestión pública y gobernabilidad, MSc Tecnologías de la información, CIP Ingeniero industrial

5 de ene del 2021

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto Informante.

Anexo 11: Certificado de validez de contenido del instrumento – Variable Dependiente N°1



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE:

PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1 Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
3	$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo utilizado}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$							
	DIMENSIÓN 2 Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
4	$\% \text{ Eficacia} = \frac{\text{Producción real de resistencias eléctricas}}{\text{Producción programada de resistencias eléctricas}} \times 100$							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. DR/ Mg Silva Siu Daniel Ricardo **DNI:** 10792639

Especialidad del validador: Doctor en gestión pública y gobernabilidad, MSc Tecnologías de la información, CIP Ingeniero industrial

5 de ene del 2021

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto Informante.

Anexo 12: Certificado de validez de contenido del instrumento – Variable Independiente N°2



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Estudio de Métodos $IM = \frac{TAV - TANV}{TAV} \times 100$	x		x		x		
	DIMENSIÓN 2 Medición del Trabajo	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$TS = TN * (1 + S\%)$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Es pertinente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mg. Rodríguez Alegre Lino Rolando

DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ing. Pesquero Tecnólogo

14 de enero del 2021

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

Anexo 13: Certificado de validez de contenido del instrumento – Variable Dependiente N°2



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE:

PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ₁		Relevancia ₂		Claridad ₃		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1 Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
3	$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo utilizado}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$	x		x		x		
	DIMENSIÓN 2 Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
4	$\% \text{ Eficacia} = \frac{\text{Producción real de resistencias eléctricas}}{\text{Producción programada de resistencias eléctricas}} \times 100$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): es pertinente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [x]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Rodríguez Alegre Lino Rolando

DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ing. Pesquero Tecnólogo

14 de enero del 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto Informante.

Anexo 14: Certificado de validez de contenido del instrumento – Variable Independiente N°3



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<p>DIMENSIÓN 1 Estudio de Métodos</p> $IM = \frac{TAV - TANV}{TAV} \times 100$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 Medición del Trabajo	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$TS = TN * (1 + S\%)$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. DR/ **MG. Percy Sunohara Ramírez** DNI: 40608759.....

Especialidad del validador: **ING INDUSTRIAL, MSc Dirección de TI.....**

15 de 01 del 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....
Firma del Experto Informante.

Anexo 15: Certificado de validez de contenido del instrumento – Variable Dependiente N°3



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE:

PRODUCTIVIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1 Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
3	$\% \text{ Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo utilizado}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
4	$\% \text{ Eficacia} = \frac{\text{Producción real de resistencias eléctricas}}{\text{Producción programada de resistencias eléctricas}} \times 100$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. DR/ MG. Percy Sunohara Ramírez DNI: 40608759.....

Especialidad del validador: ING INDUSTRIAL, MSc Dirección de TI.....


15 de 01 del 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dio suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto Informante.

Anexo 16: Formato de cursograma analítico

		FORMATO CURSOGRAMA ANALÍTICO DAP								
Cursograma analítico		Operario / Material / Equipo								
Diagrama número: Hoja N°: Operación analizada: Actividad: Método: Actual / Propuesto Lugar: Operario (s): Realizado por: Aprobado por: Fecha Inicio: Fecha Término:		Resumen								
		Actividad			Actual			Propuesta		
		Operación	○							
		Transporte	⇒							
		Espera	D							
		Inspección	□							
		Almacenamiento	▽							
		Total								
		Distancia (m)								
		Tiempo (min)								
N°	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
					○	⇒	D	□	▽	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
TOTAL										

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 17: Formato de toma de tiempos del proceso de resistencias tubulares


Departamento:		Estudio núm:		REGISTRO DE CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR																
Actividad:		Hoja núm:																		
Producto/pieza:		Inicio:																		
		Término:																		
		Observado por:																		
		Comprobado:																		

Nº	ELEMENTOS	TIEMPOS OBSERVADOS EN MINUTOS															PROMEDIO T.O.	V.	T.B.	S.	T.E.
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15					
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					

Nota: O.B. = Tiempo Observado V. = Valoración T.B. = Tiempo Básico S. = Suplemento T.E. = Tiempo Estándar

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 18: Formato para calcular la productividad

		FORMATO PARA CALCULO DE PRODUCTIVIDAD DE FABRICACIÓN DE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS		Inicio: Término: Fecha emitido:			
Operación analizada:		Eficiencia	Eficacia	Productividad			
Observado por:		<i>Hr. Reales de Prod.</i>	<i>N° Resistencias Prod.</i>	<i>Eficiencia x Eficacia</i>			
Comprobado:		<i>Hr. Planificadas de Prod.</i>	<i>N° de Resistencias Prog.</i>				
DÍA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA		PRODUCCIÓN REAL		Pre test		
	Fabricación de resistencia tubular (unid.)	Tiempo de fabricación de resistencia tubular (min)	Fabricación de resistencia tubular (unid.)	Tiempo de fabricación de resistencia tubular (min)	Eficiencia (%)	Eficacia (%)	Productividad (%)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
PROMEDIO							

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 19: Instrucciones cronómetro Casio HS – 80TW-1DF



Ficha técnica

Atributo	Detalle
Precio	S/ 409.00
Marca	CASIO
Modelo	HS-80TW-1DF
Funciones destacadas	Cronómetro - 1/1.000 seg. - 10 horas Función de árbitro Memoria de vuelta 100 Temporizador para la medición de intervalos 12 alarmas diarias sin señales horaria Calendario automático Vidrio acrílico Caja de resina

Fuente: Casio

Anexo 20: Tabla de Valoración

Escala				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable ¹	
60-80	75-100	100-133	0-100 (norma británica)		(m/h)	(km/h)
0	0	0	0	Actividad nula		
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	2	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	3	4,8
80	100	133	100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	4	6,4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio	5	8,0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de «virtuoso», sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes	6	9,6

Fuente: Kanawaty (1996)

Anexo 21: Tabla de Suplementos

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4		4	45
B. Suplemento por postura anormal				2	100
Ligeramente incómoda	0	1	F. Concentración intensa		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			G. Ruido		
2,5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20	Estridente y fuerte		
35,5	22	máx	H. Tensión mental		
D. Mala iluminación			Proceso bastante complejo	1	1
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Bastante por debajo	2	2	Muy complejo	8	8
Absolutamente insuficiente	5	5	I. Monotonía		
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo algo monótono	0	0
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo bastante monótono	1	1
16		0	Trabajo muy monótono	4	4
8		10	J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: Introducción al Estudio del Trabajo, OIT